

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra Psychologie

RIGORÓZNÍ PRÁCE

MOŽNOSTI TRÉNINKU PRACOVNÍ PAMĚTI

The Options of Working Memory Trainig

Mgr. Klára de Gray

Studijní program: Psychologie

Studijní obor: Psychologie

2018

Odevzdáním této rigorózní práce na téma Možnosti tréninku pracovní paměti potvrzuji, že jsem ji vypracovala samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Rigorózní práce je rozšíření práce diplomové. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 1.6.2018

Poděkování

V první řadě bych ráda poděkovala PhDr. Anně Páchové Ph. D., za její odborné vedení a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat přítelovi Martinovi za jeho podporu a velkou trpělivost.

Abstrakt

Tématem této práce jsou možnosti tréninku pracovní paměti. V rámci analýzy stávající literatury vyplynulo, že oblast, týkající se podnětového materiálu (s kterým je v tréninkových programech pracováno), je poměrně neprobádaná.

Cílem je proto zjistit, zda existuje souvislost mezi typem podnětové materiálu (v rámci stupně abstrakce a modality), výkonem a výběrem paměťové strategie.

V první řadě byl pro tento účel vybrán tréninkový program N-Back Campaign, kde došlo k vytvoření několika úkolů (auditivních a vizuálních). Tyto úkoly byly odehrány padesáti respondenty. Poté bylo realizováno několik polostrukturovaných rozhovorů, díky nimž jsme měli možnost náhlednou do myšlenkových pochodů spojených s řešením N-back úloh.

Pro účely rigorózní práce byl realizován další výzkum, který rozšířil původní podnětový materiál o materiál kombinovaný (paralelní prezentace podnětu v auditivním a vizuálním kódu).

Pomocí statistické analýzy jsme došli k závěru, že typ podnětového materiálu významně souvisí s výkony v n-back úlohách, a to tak, že se zvyšující mírou abstrakce, klesá výkon. A zároveň analýza ukázala, že v úlohách s vizuálními podněty dosahovali respondenti vyšších skóre. Dále bylo zjištěno, že existují specifické strategie, které odpovídají určitému stupni abstrakce podnětů, či jejich modalitě. Domníváme se proto, že podnětový materiál v N-back úlohách může mít významný vliv na tréninkový efekt.

Klíčová slova

Kognitivní funkce, N-back úlohy, pracovní paměť, podnětový materiál, trénink pracovní paměti.

Abstract

The theme of this diploma thesis is the possibilities of working memory training. From the analysis of nowadays literature we found out that the field of stimulus material (which is contained in training programs) has not been researched much.

The aim of this work is to find out whether there is a connection between the type of stimulus material (within the abstraction and modality level), performance and memory strategies. For this purpose we selected the N-Back Campaign training program. And provide it with visual and verbal tasks in a different kind of abstraction level. These tasks were conducted by fifty respondents. After that, several semi-structured interviews were conducted, which helped us to understand the processes associated with N-back tasks.

For the purpose of rigorous work, further research was carried out, which extended the original stimulus material to combined material (parallel presentation of the stimulus in auditory and visual code).

Using statistical analysis, we came to the conclusion that the type of stimulus material is significantly related to the performance in n-back tasks: with increasing rate of abstraction the performance decreases and that visual N-back task achieves with higher scores.

Furthermore, it has been found that there are specific strategies that correspond to a certain degree of stimulus abstraction or modalities (vision, hearing). Therefore, we think that stimulus material in N-back tasks can have a significant effect on the training effect.

Key words

Cognitive functions, N-back tasks, working memory, stimulus material, work memory training.

Obsah

Úvod	9
Paměť	12
N-back úlohy	18
Paměťové strategie	25
Paměťové procesy v rámci N-back úloh	30
Obecné modely paměťových procesů	35
Shrnutí teoretických východisek	40
Cíl a výzkumné otázky	41
Metody	44
Tréninkový program N-back campaign	45
Modality Test	53
VMT	56
Zpracování dat	59
Výzkumný vzorek	65
Výzkumný vzorek A	65
Výzkumný vzorek B	66
Výsledky kvalitativní analýzy	68
Popis strategií vybavování	70
Popis strategií kódování	74
Strategie a stupeň abstrakce	82
Strategie a modalita	83
Výsledky kvantitativní analýzy	84
Vliv míry abstrakce auditivních úkolů na výkon	84
Vliv míry abstrakce vizuálních úkolů na výkon	86

Vliv modalit na celkový výkon	87
Efekt modalit u různých stupňů abstrakce	88
Vliv dvojí modalit na výkon	90
Pracovní paměť vs. výkon ve VMT	91
Hodnocení obtížnosti auditivních úkolů vzhledem k efektu abstrakce	92
Hodnocení obtížnosti vizuálních úkolů vzhledem k vlivu abstrakce	93
Diskuze	99
Abstrakce jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech	99
Modalita jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech	101
Dvojí modalita	102
Pracovní paměť vs. výkon ve VMT	103
Srovnání výsledků diplomové a rigorózní práce	103
Závěr	105
Seznam literatury	108
Přílohy	113
Záznamový arch	113
Data	116

1 Úvod

Tematika kognitivních procesů a funkcí, jež pro běžný život člověka zajišťují, je rozsáhlým komplexem nejrůznějších podtémat, z nichž každé si zaslouží značnou pozornost a každé by také samostatně vydalo nikoli na jeden akademický text, ale na mnoho a mnoho odborných knih.

V současné době je téma trénování kognitivních funkcí velmi aktuální. Jednou z možných příčin je proměna životního stylu moderního člověka -- z historického hlediska je největší nárůst v terciálních a kvartálních sférách, tedy v oblastech jako jsou: obchod, služby, cestovní ruch, zdravotnictví, ale i věda a výzkum. Avšak všechny tyto oblasti velmi úzce souvisejí i s novými trendy, jako jsou neustálý profesní rozvoj a celoživotní vzdělávání. Ve snaze naplnit tyto nové nároky vzniká mnoho rozvojových programů a publikací – odborných i populárně naučných, které se zabývají zlepšením a trénováním kognitivních funkcí.

Tematika trénování kognitivních funkcí má své uplatnění i na poli soudobé klinické a poradenské psychologie, kde přibývá pacientů s kognitivním deficitem, jako jsou demence, psychotické poruchy, ale i například specifické poruchy učení a chování (ADD, ADHD). Zde jsou v rámci léčby indikovány různé druhy tréninků kognitivních funkcí, zejména v oblasti pozornosti a paměti.

Avšak přesto, že je téma tréninku kognitivních funkcí aktuální (čemuž svědčí i existence velkého množství výzkumů zabývajících se efektivitou tréninku), z hlediska jednotlivých procesů, které se pod trénováním skrývají, víme stále velmi málo.

Proto jsme se rozhodli, blíže prozkoumat program, který se k trénování paměti běžně využívá. Našemu rozhodnutí přispěl i fakt, že na katedře PedF UK je dostupný program N-back Campaign, jenž se k trénování pracovní paměti využívá a zároveň byla jeho efektivnost výzkumně prokázána. Principem tohoto programu jsou právě N-back úlohy, které se v poslední době těší velké oblíbenosti. Přesto, strategie kódování, vybavování v N-back úlohách a jejich závislost na podnětovém materiálu nebyla doposud zkoumána.

Cílem celého dokumentu je tedy podat teoretické informace a prakticky ověřená data, které by umožnily doplnit výše zmíněnou oblast a zároveň tak přispěly ke zvýšení efektivnosti trénování pomocí úloh N-back, neboť se domníváme, že tyto aspekty mohou trénink výrazně ovlivňovat.

V teoretické části textu bude na téma nahlíženo v rámci jednotlivých vymezených kapitol, které zahrnují nejprve krátké pojednání o tom, co to pracovní paměť vlastně je, v jakém vztahu ke kognici se nachází, jakým způsobem coby kognitivně – psychologický proces funguje. V této části bude kladen důraz na vymezení konceptu pracovní paměti, neboť se jedná o předmět našeho výzkumu.

Na tyto obecné poznatky pak bude v dalších teoretických kapitolách navázáno odbornými informacemi týkajícími se paměťových strategií, a to jak z hlediska vývojově – psychologického, tak také v závislosti na jednotlivých možných modalitách kódovaného materiálu, chybět nebudou poznatky související s výkonem pracovní paměti a jejím možným tréninkem.

Cílem této části je nahlédnutí do paměťových procesů, které s pracovní pamětí úzce souvisejí, neboť předpokládáme, že podobné procesy se budou uplatňovat i při řešení N-back úloh.

Teoretický rámec nám tak umožní větší citlivost k zachycení důležitých detailů ve strategiích řešení N-back úloh a dále nám poskytne podněty k úvaze o tom, jak může kódovaný materiál ovlivnit výkon a případně i tréninkový efekt.

V praktické části textu pak realizujeme empirické šetření pracovní paměti s využitím metody N-back, na jejímž základě se snažíme zjistit, zda a jakým způsobem může podnětový materiál ovlivnit výkon v N-back testu. Podnětový materiál bude nahlížen jak z hlediska modality (zrak a sluch), tak z hlediska stupně abstrakce.

Pro účely rigorózní práce byl realizován nový výzkum, který byl doplněn výzkum vlivu podnětového materiálu na výkon. Došlo tak k rozšíření těchto kapitol:

- 1) Cíl a výzkumné otázky
- 2) Metody
- 3) Dále v kapitole „kvantitativní analýza“, došlo k vytvoření nové podkapitoly „Vliv dvojí modality“ a „Pracovní paměť vs. výkon ve VMT“
- 4) V diskuzi vznikli také nové tři podkapitoly, a to: „Dvojí modalita“, „Pracovní paměť vs výkon ve VMT“ a „Srovnání výsledků diplomové a rigorózní práce“.
- 5) V rigorózní práci byly navíc aktualizovány přílohy. Nyní jsou součástí přílohy data z Modality Testu, která byla sesbírána od výzkumného vzorku B (viz kapitola výzkumný vzorek). A dále a záznamový arch.

Prvním krokem rigorózní práce bylo vytvoření testového materiálu, do kterého byl tento kombinovaný podnětový materiál „nahrán“. Původní tréninkový program N-back Campaign nebylo možné pro tyto účely využít, neboť neumožňuje nahrát kombinované podněty. Během vytváření testu byla snaha o zachování co nejpodobnějšího charakteru N-back Campaign.

Nový testový materiál si však zachoval nadále tyto charakteristiky:

1. podnětový materiál 1. stupně abstrakce;
2. fixní počet správných a špatných odpovědí, který je ve všech subtestech stejný;

Nicméně u N –back úloh je zatížení pracovní paměti dáno nutností aktualizovat řadu. V novém testovacím rozhraní nebylo možné tento koncept zachovat. Oproti původnímu programu tedy bylo potřeba zvolit novou metodu interference, díky níž bude měřena kapacita pracovní paměti. Bez této interference by testovací materiál sledoval kapacitu krátkodobé paměti.

Vzhledem k tomu, že budou respondenti testováni ve všech modalitách pracovní paměti – auditivní kanál, vizuální kanál, ale i jejich kombinace, rozhodli jsme se tato data využít i k ověření našeho předpokladu, že mezi výkony pracovní paměti a rozumovými schopnostmi existuje vztah.

Tento předpoklad vychází z hypotézy vzdáleného transferu, který tvrdí, že tréninkem pracovní paměti dochází ke zlepšení i dalších – relativně vzdálených - funkcí. Náš cíl tedy spočívá v potvrzení nebo vyvrácení vztahu mezi vytvořeným testem (Modality Test) a vídeňským maticový testem (VMT), který je považován za nástroj měřící neverbální inteligenci

Paměť

V první kapitole textu bude věnována pozornost paměti coby základnímu termínu, s nímž je v dokumentu nakládáno a který se prolíná všemi jeho oddíly.

V jednotlivých podkapitolách budou nejprve představeny kognitivní funkce, do jejichž výčtu lze paměť zařadit. Dále pak bude na paměť nahlíženo jakožto na proces sestávající z konkrétních fází. V poslední podkapitole pak bude uvedena kategorizace paměťových funkcí s důrazem na takzvanou pracovní paměť, jejímuž výzkumu se věnujeme v empiricky orientované části textu.

1.1 Paměť jako kognitivní funkce

Dle Ebbinghause lze paměť považovat za: „schopnost přijímat, podržet a oživovat minulé vjemy.“ (Češková, Kučerová, Svoboda, 2006, s. 94). Jak ve své publikaci uvádějí Češková, Kučerová a Svoboda, paměť lze vnímat jako: „schopnost organismu uchovat strukturované informace v čase.“ (Češková, Kučerová, Svoboda, 2006, s. 94).

Dle Mesulama by měla být paměť pojímána jako modulární systém, tedy jakási soustava velkého rozsahu, jež je tvořena neurokognitivními sítěmi. (Mesulama in Koukolík, 2002)

Společně s dalšími procesy podílejícími se na psychickém stavu i běžném fungování člověka lze paměť považovat za jednu z kognitivních funkcí (Sternberg, 2002). Kromě paměti patří mezi základní kognitivní funkce též následující oblasti (Sternberg, 2002).

- Pozornost;
- Vnímání;
- Mentální reprezentace;
- Myšlení a jazyk;
- A případné další (v závislosti na kategorizaci konkrétního autora).

1.2 Paměť jako psychický proces

Paměť jako takovou lze považovat za aktivní proces (Gamon, 2010). Nejedná se tedy o pasivně navozovaný a probíhající jev související s fungováním a psychikou člověka. Jak uvádějí Gamon s Bragdonem, paměť je účastna na rozvoji všech mentálních funkcí.

K hlavním složkám paměti jsou tradičně přiřazovány následující body, na nichž paměťové procesy stojí (Češková, Svoboda, Kučera, 2006):

- Vstípení (impregnace);
- Uchování (retence);
- Trvalost (konzervace);
- Vybavení (reprodukce);
- Znovupoznání (rekognice).

Gamon s Bragdonem v této souvislosti poznamenávají, že schopnost převádění současné zkušenosti do určitého kódu a její uložení způsobem, který umožňuje danou zkušenost či informaci v budoucnu v případě potřeby opětovně vyvolat, je zcela klíčovým bodem v procesu učení (Gamon, Bragdon, 2010).

K fungování paměti v rámci jejích hlavních složek tak, jak byly již vyjmenovány výše, pak autoři poznamenávají dále následující: „Některé informace ze smyslových orgánů zpracovává mozek nepřetržitě a bez vaší vědomé snahy. Jiný typ dat uchovává, protože je vědomě a opakovaně necháme procházet nácvikovou smyčkou...“ (Gamon, Bragdon, 2010, s. 69).

Průchod touto „nácvikovou smyčkou“ je možný nikoli pouze v bdělém stavu, ale taktéž v době spánku (Gamon, Bragdon, 2010).

1.3 Pracovní paměť

Pracovní paměť Koukolík definuje právě jako synonymum pro krátkodobou paměť, v odborných zahraničních zdrojích se tak lze v souvislosti s touto tematikou setkávat též s označením *short-term memory*. Autor k charakteristice pracovní paměti pak uvádí konkrétně následující komentář: „Tento druh paměti lze přirovnat k tabulce, na níž se napíše záznam,

který se po několika desítkách sekund smaže, aby uvolnil místo pro záznam další. (Koukolík, 2002).

Jak uvádějí Au, Sheehan, Tsai, Duncan, Buschkuehl a Jaeggi pracovní paměť lze definovat coby: „Schopnost uchovávat a manipulovat s informacemi na krátkou dobu.“ Au, Sheehan, Tsai, Duncan, Buschkuehl, Jaeggi, 2014). Toto pojetí paměti je, stejně jako u Koukolíka, v souladu s tradičním modelem paměti dle Atkinsona a Shiffra (1968).

Později však vzniká i nový model, kde není pracovní paměť dávána do synonymního vztahu s pamětí krátkodobou, ale její role vyplývá z faktu, že je tato nahlížena jako součást dlouhodobé paměti a jednou z jejích složek je i paměť krátkodobá – tento pohled na pracovní paměť Sternberg ve své odborné publikaci označuje jako alternativní (Sternberg, 2002).

Společným znakem obou zmíněných názorů však zůstává ten fakt, že pracovní paměť lze vždy vymezit vůči paměti dlouhodobé, která slouží zcela odlišným účelům a funguje na základě jiných neurofyzilogických a neuropsychologických procesů.

Berryman, Stanton, Nowering, Tabor, Mcfarlane a Moeseley k problematice nejasností při definování pojmu pracovní paměti uvádějí, že přestože je pracovní paměť jako konstrukt aplikována téměř intuitivně, ukázalo se, že je obtížné dosáhnout konvergentní definice daného pojmu. (Berryman, Stanton, Nowering, Tabor, Mcfarlane, Moeseley, 2013). Na značnou různorodost paradigmat (tedy základních přístupů odborníků) k pracovní paměti pak upozorňují taktéž například Hill, Laird a Robinson (Hill, Laird a Robinson, 2014).

Na pracovní paměť tak lze ve výsledku nahlížet jakožto na: „druh systému krátkodobé paměti, který mozek používá, když je nezbytné uchovat údaje pouze pro dobu, kdy s nimi právě pracujeme.“ (Gamon, Bragdon, 2010, s. 108). Krátkodobá paměť jako taková pak zastává zejména funkci průběžného monitoringu a kontroly informací, s nimiž jedinec přichází do styku, které na něj tedy mají možnost působit. A právě v tomto pojetí lze uvažovat, že pracovní paměť je hierarchicky výše než krátkodobá paměť, jelikož krátkodobá paměť zde může být vnímána jako fonologická smyčka.

Gamon s Bragdonem poskytují ilustrativní příklad pro odlišení pracovní paměti od jiných typů paměťových procesů a funkcí, když uvádějí, že pracovní paměť je aktivována v momentech, v nichž je jedinec veden k tomu, aby z krátkodobé paměti „vylovil“ uložené údaje za účelem nějakého konkrétního úkonu (kupříkladu když si chce spočítat, kolik peněz

mu má vrátit pokladní v supermarketu na bankovku, kterou právě zaplatil určitou sumu apod. (Gamon, Bragdon, 2010).

Vzhledem k dlouhodobé paměti je pak možné informace a podněty z pracovní (tedy krátkodoběji orientované) paměti převádět do paměti trvalého charakteru – dlouhodobé; pokud k tomuto procesu nedojde, jsou fakta obsažená v pracovní paměti smazána, zapomenuta. (Gamon, Bragdon, 2010)

Dle Baddeleyho je možné u pracovní paměti rozeznávat z hlediska jejího neuropsychologického fungování celkem tři složky, k nimž patří: Fonologická smyčka, vizuospeciální náčrtník a centrální výkonnostní složka (Koukolík, 2002).

Fonologická smyčka (phonological loop)

V tomto systému dochází k ukládání zvukových – jak řečových, tak také neřečových – informací; tyto se pak při neopakovaném uvádění v době přibližně 2-3 sekund od zapamatování ztrácejí; z hlediska schopnosti zapamatovávání auditivních informací je podstatné, že mnohoslabičné výrazy se v pracovní paměti udržují obtížněji, než je tomu v případě výrazů pouze jednoslabičných (Koukolík, 2002). Tento fenomén Baddeley nazval efekt slovní délky (*word – length effect*). Respondenti dokázali zopakovat tolik slov, kolik jich dokázali přečíst během dvou sekund. Avšak jakmile dojde k *artikulační supresi* (zamezení opakování slov), je efekt slovní délky eliminován (Baddeley, 1975).

Baddeley reviduje tento model fonologické smyčky. Fonologická smyčka, která je v tomto modelu představena, se skládá ze dvou funkčních částí (Baddeley, 1990):

- *Fonologického skladu*, který je přímo spojen s řečovou produkcí a percepcí;
- *Řídících procesů artikulace*, jež jsou prostředkem k aktivaci fonologického skladu;

Podle tohoto modelu jsou sluchově prezentovaná slova zpracovávána jinak, než je tomu v případě slov prezentovaných zrakově. Zásadním rozdílem je, že při auditivní prezentaci je dosaženo přímého kontaktu s fonologickým skladem, kdežto zrakové podněty je třeba nejprve zpracovat subvokálně a až poté dojde ke kontaktu s fonologickým skladem. Jinými slovy zrakové podněty mají nepřímý přístup k fonologickému skladu. (Baddeley in Eysenck, 2008)

Vizuospaciální náčrtník (visuo – spacial sketch pad)

Jedná se o složitější složku, než je fonologická smyčka, a to jak z hlediska výstavby, tak z hlediska jeho funkčnosti; jedná se v zásadě o již zmíněnou tabuli, na níž se postupně objevují a zase mizí informace přicházející do lidského mozku skrze zrakový kanál. Jinými slovy, zatímco mechanické opakování využívá fonologický okruh, imaginační zpracovávání využívá právě vizuálně-prostorový náčrtník.

Dle Roberta Loggieho lze vizuospaciální náčrtník dělit do dvou autonomně fungujících jednotek (Loggie, 1995):

- *Zraková vyrovnávací paměť*: Uchovává informace o tvaru a barvě podnětu.
- *Vnitřní zapisovatel*: Uchovává informace o prostoru a pohybu. A zároveň opakuje informace pro zrakovou vyrovnávací paměť, aby je z této části paměti mohl převést k centrálnímu vykonavateli.

Centrální výkonnostní složka (central executive)

Tato složka pracovní paměti funguje na základě operací probíhajících a zpracovávaných zejména čelní kůrou mozku, kde dochází k integraci informací procházejících smyslovými a dalšími orgány. Dle Eysencka se jedná o nejdůležitější část pracovní paměti, kde klíčovou roli hraje pozornost. Centrální vykonavatel zahrnuje tyto procesy, které jsou pro paměť naprosto zásadní (Eysenck, 2008):

- Plánování
- Řízení času při dvojích úlohách
- Selektivní pozornost k důležitým stimulům a selekci těch nepodstatných
- Přechodná aktivace dlouhodobé paměti

Kapacita pracovní paměti

Jak uvádí Koukolík: „Pracovní paměť je provozní paměť. Ukládá na krátkou dobu informace, které potřebujeme k nejběžnějšímu každodennímu životu minutu od minuty...“ (Koukolík, 2005, s. 71).

Právě ukládání informací v pracovní paměti, z úhlu pohledu možného kapacitního rozpětí dané funkce, jsou věnovány následující odstavce textu.

Důležitým poznatkem vztahujícím se ke kapacitě pracovní paměti je fakt, že tato kapacita je omezena. Ke kapacitě pracovní paměti je též nutné poznamenat, že korová centra mozku fungující v roli integrátora přijímaných informací (tedy již zmiňovaný čelní lalok) jsou aktivována v závislosti na stupni zátěže pracovní paměti, z kteréhož důvodu pak jasně vyplývá, že výhodnou strategií zpracování takto přijímaných podnětů je jejich integrace do určitých celků. (Koukolík, 2002)

Jak ve svém příspěvku uvádí Klingberg, kapacita pracovní paměti pak předurčuje možné výkony v široké škále kognitivních úkolů, které musí člověk plnit (Klingberg, 2010). Z tohoto důvodu je tematika možného obsahu pracovní paměti důležitým bodem v náhledu na krátkodobě fungující paměťové procesy.

Klingberg pak dále taktéž dodává, že ačkoli byla kapacita pracovní paměti dříve považována za konstantní rys, novější studie naznačují, že je možné ji zlepšovat rozšířeným adaptivním tréninkem. Podobný trénink je pak spojen se změnami v mozkové aktivitě ve frontální a parietální kůře a bazálních gangliích, stejně jako změnami v hustotě dopaminových receptorů (Klingberg, 2010).

Přenos tréninkových efektů na netréňované úkoly pracovní paměti je dle Klingberga v souladu s myšlenkou plasticity vyvolané tréninkem v běžné neuronové síti pro pracovní paměť. Pozorované tréninkové efekty naznačují, že výcvik pracovní paměti by mohl být využit jako nápravná intervence pro osoby, pro které je nízká kapacita pracovní paměti omezujícím faktorem (Klingberg, 2010).

N-back úlohy

Vzhledem k empirické části je důležité popsat princip a funkci N-back testů. Protože právě tato metoda je primárním zdrojem dat v našem výzkumu.

V této kapitole budou představeny N-back úlohy, coby typ programu na trénování pracovní paměti.

Dále budou prezentovány výzkumy, které se zabývají tréninkovým efektem. Tyto výzkumy lze dělit do dvou kategorií, dle toho, čemu tento tréninkový efekt přisuzují: ty, jež se zabývají rovinou biologickou (zvýšení paměťové kapacity díky plasticitě mozku), a ty, které hovoří o rovině metakognitivní (paměťové strategie umožňují efektivnější využívání paměťové kapacity).

Důraz bude kladen právě na výzkumy, jež dávají do souvislosti výkon v N-back úlohách a strategie. Toto zaměření odpovídá tematice našeho výzkumu. Přičemž smyslem této kapitoly bude snaha poukázat na fakt, že různé kódovací strategie mohou odpovídat různým výkonům v paměťových testech.

1.4 Princip N-back úloh

N-back úloha je dle Koukolíka jedním z oblíbených typů pokusů zatěžujících pracovní paměť. Autor uvádí, že lze takovou úlohu doslovně překládat jako „n-krát nazpět“, kdy n samotné nabývá hodnot 1, 2, 3... (Koukolík, 2002).

Jak uvádějí Strand, Hawk Jr., Bubnik, Shiels, Pelham Jr. A Waxmonsky: „Vizuospaciální N-back úloha je neurokognitivním paradigmatem navrženým za účelem měření výkonnosti pracovní paměti skrze řadu zatěžujících úkolů, které ke splnění vyžadují exekutivní kontrolu nad vizuospaciálními informacemi – účastníci výzkumu mají sledovat sérii prezentovaných podnětů, přičemž uvádějí, zda je každý podnět shodný či nikoli s podnětem předloženým o n pokusů zpět v dané sekvenci ($n = 0, 1, 2$ atd.).“ N je pak typicky proměňováno v jednotlivých blocích pokusů (často formou 0-zpět, 1-zpět, 2-zpět), obtížnost úkolů bývá mezi těmito bloky distribuována, takže N-back úloha je pak ve výsledku vynikajícím adepty pro zkoumání skupinových rozdílů v reakci na různé úrovně zátěžových úkolů. (Strand, Hawk Jr., Bubnik, Shiels, Pelham Jr. A Waxmonsky 2012, s. 40).

Příkladem konkrétní aplikace N-back paměťového testu v rámci zahraniční praxe může být kupříkladu zkušenost autorů Tende, Eze, Yusuf, Malgwi a Wilcox, kteří při svém výzkumném šetření vedli participanty k tomu, aby si do paměti uložili řadu písmen, jejíž podoba byla ovšem neustále aktualizována; písmena se jedno po druhém participantům zobrazovala na monitoru laptopu, a to s časovým odstupem 2 sekund – takto bylo naprogramováno celkem 80 písmen; dobrovolní účastníci výzkumu měli za úkol vyslovit slovo „cíl“ vždy, když došlo na obrazovce k opakování písmene s přesně jedním intervenujícím písmenem mezi podobným výskytem, nebo naopak měli zůstat zticha v případě, kdy se na obrazovce objevilo jiné písmeno (Tende, Eze, Yusuf, Malgwi, Wilcox, 2012).

N-back úlohy jsou zpravidla zaměřeny na zatěžování všech následujících oblastí mozku (Koukolík, 2002):

- Pravostrannou prefrontální kůru;
- Premotorickou kůru;
- Levostrannou prefrontální kůru;
- Levostrannou premotorickou kůru;
- Pericingulární kůru;
- Pravý talamus;
- Pravostranná bazální ganglia;
- Pravostrannou parietální kůru;
- Levostrannou parietální kůru.

Z výše uvedeného výčtu tak lze vyvodit závěr, že neuronální systémy mozku jsou při fungování pracovní paměti značně zatěžovány co do širě zapojených systémů, což je vzhledem k faktu, že tyto uvedené mozkové oblasti neslouží pouze a jen výhradně úkolům, při nichž je tato krátkodobá paměť aktivována známkou vysoké complexity a výkonnosti aktivovaných neuronových oblastí (Koukolík, 2002).

N-back testy jsou běžně užívány ve studiích ze sféry kognitivních neurověd, jež se orientují zejména na zkoumání neurálních základů pracovní paměti.

1.5 Trénink pracovní paměti (N-back úlohy a jiné)

N-back testy jsou běžně považovány za měřítka pracovní paměti, (Jaeggi, Studer – Luetho, Buschkuehl, Su, Jonides, Perrig, 2010), ale zároveň se využívají i jako specifický tréninkový program, který lze řadit do skupiny kognitivních tréninků/výcviků (*cognitive training*) (Au, Sheehan, Tsai, Duncan, Buschkuehl, Jaeggi, 2014).

Cílem tréninku pracovní paměti je navýšení její základní kapacity (*core capacity*) a efektivity zpracování podnětů na jejím základě – tyto dva uváděné faktory jsou důležitými z hlediska nutnosti vykonávání každodenních kognitivně náročných činností, k nimž patří kupříkladu užívání jazyka, řešení problémů, usuzování, schopnost čtení a další obecnější aspekty znalostní i fluidní (vrozené) inteligence (Cowan, Thomson, Goghari, Lawlor – Savage, 2017).

N-back testy jsou běžně administrovány za pomoci nástrojů výpočetních technologií, typickým příkladem může být využití počítače či laptopu a specifického softwarového programu pro prezentaci podnětů.¹

Trénink nejen zlepšuje výkon pracovní paměti, ale je prokázána i lepší výkonost dalších kognitivních funkcí. Tento proces se nazývá transfer. (Penerová et al., 2012; Mrazek et al., 2013; Holmes et al., 2009; Borella et al., 2010; Klingberg et al., 2005; Páchová, 2014; Olesen, Westerberg, Klingberg 2004; Westerberg a Klingberg 2007; Colom, 2013).

Transferem se rozumí zlepšení kognitivních funkcí, na které se samotný trénink primárně nezaměřoval, avšak s velkou pravděpodobností byly zapojovány během trénování. Může se jednat o funkce, jako je například pozornost. Zlepšení pozornosti v rámci trénování pracovní paměti prokázal např. Lilientha a kol. (2013).

Jakmile dojde ke zlepšení funkcí, které s velkou pravděpodobností souvisí s pracovní pamětí, hovoříme o tzv. blízkém transferu. Tréninkové plány, u kterých došlo k blízkému transferu, realizovali např.: Holmes et al. (2009) a Borella et al. (2010).

¹ Viz např. TENDE, J. A., E. D. EZE, YUSUF, A., I. S. MALGWI & WILCOX, B. Sex differences in the working memory of students in Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria using the N-back task. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 2012, 2(6), s. 08.

Dalším procesem je tzv. vzdálený transfer, kdy dochází ke zlepšení funkcí, které mají s pracovní pamětí minimální vztah. Příkladem takovéto funkce může být např. inteligence. Vzdálený transfer byl mnoha výzkumníky taktéž prokázán (Klingberg et al., 2005; Páchová, 2014).

Avšak předmětem diskuzí zůstává, co vše se podílí na zlepšování pracovní paměti. Literatura hovoří o dvou možných vysvětleních: první hypotéza se týká plasticity mozku; druhá hypotéza souvisí s užíváním efektivnějších paměťových strategií.

Plasticita mozku jako významný faktor tréninkového efektu v paměťových testech

Plasticita mozku -- tedy schopnost mozku se adaptovat a regenerovat prostřednictvím pravidelné stimulace dané oblasti.

Dle Klingberga a kolegů tento proces vysvětluje samotné zlepšování paměti během tréninku, protože dochází k opakovanému stimulování určitých oblastí. Zároveň vysvětluje blízký a vzdálený transfer (Olesen, Westerberg, Klingberg, 2004; Westerberg a Klingberg, 2007).

Weickerová a kolegové (2016) uskutečnily metaanalýzu podporující hypotézu plasticity. Metaanalýza zahrnovala 103 studií a 6 123 respondentů se zraněním mozku. Všichni respondenti měli širokosáhlé problémy v běžném životě, což bylo důsledkem oslabení kognitivních funkcí, zejména exekutivních funkcí, paměti, pozornosti.

Výzkumníci sledovali efekt tréninku, nejen bezprostředně po ukončení, ale i v dlouhodobém horizontu. Výsledky jasně svědčí o dlouhodobém zlepšení a transferu. K zlepšení došlo u pracovní paměti, exekutivních funkcí a v rozumových schopnostech, což souviselo se zlepšením kvality života pacientů. Avšak nepotvrdil se blízký transfer v rámci pozornosti, který by byl zachován v dlouhodobějším měřítku. (Weickerová et al., 2016)

Paměťové strategie jako významný faktor tréninkového efektu v paměťových testech

Vědci si všimli, že během trénování paměti dochází ke změně strategií, kterými respondenti kódují daný materiál. (Holmes, Gathercole, Dunning, 2009; Turley-Ames & Whitfield, 2003).

Je zde proto předpoklad, že některé paměťové strategie umožňují efektivnější kódování než jiné, díky čemuž dochází k lepšímu využívání paměťových zdrojů. Jinými slovy, prostřednictvím trénování dochází k utváření nových paměťových strategií, případně zdokonalování těch stávajících, což může být jedním z vysvětlení tréninkového efektu u paměťových programů.

Příkladem může být práce Dunninga a Homese (2014). Autoři výzkumu se zaměřili na tréninkový efekt programu Cogmed Working Memory Training (CWMT, 2005).

Výzkum se realizoval v rámci pretest - retestového designu. V rámci pretestu proběhla diagnostika pracovní paměti pomocí: Automated Working Memory Assessment (AWMA; Alloway, 2007) a rozhovoru zaměřeným na použité strategie v tomto testu.

Poté experimentální a aktivní kontrolní skupina trénovala na programu Cogmed ve stanovených intervalech. Trénink obsahoval podnětový materiál s vizuálně – prostorovými a verbálními úkoly. Program u experimentální skupiny byl nastaven tak, že se postupně zvyšovala úroveň daných úkolů, oproti tomu program kontrolní skupiny byl nastaven na nízkou úroveň, která se po dobu trénování neměnila. Experimentální a aktivní kontrola absolvovala deset sezení a poté následoval retest.

Retest obsahoval AWMA a rozhovor zaměřený na strategie užívané v testu. Výsledkem bylo, že skupina experimentální dosahovala lepších výsledků v AWMA oproti kontrolním skupinám.

A zároveň tato skupina častěji referovala změnu strategie (pretest vs. retest) v rámci absolvování AWMA. Experimentální skupina v rámci retestu udávala větší počet strategií zakládajících se na seskupování položek v podnětovém materiálu (grouping), oproti tomu aktivní kontrolní skupina udávala s nejvyšší četností strategii opakování položek.

Lze tedy předpokládat, že s adaptivním tréninkem (jenž postupně zvyšuje obtížnost jednotlivých úkolů) může dojít k zefektivnění užitých paměťových strategií, které souvisejí s lepšími výkony v paměťových testech.

Výzkum Schelble a kolegů (2013) ukazuje taktéž význam paměťových strategií, ačkoliv poněkud z jiného úhlu než výzkum předešlý.

Respondenti byli požádáni, aby vyjmenovali co nejvíce zvířat během časového úseku pěti minut. Respondenti, kteří využívali efektivnější strategie, dosahovali v paměťových testech lepších výsledků. Strategie se týkaly primárně vyhledávání v dlouhodobé paměti.

Jako nejefektivnější metodou se ukázalo vyhledávání v tzv. clusterech. Clustery jsou kategorické shluky, které odpovídají určité skupině objektů dle dané charakteristiky. Např. cluster savci, ptáci, plazy, ryby. Respondenti, jejichž odpovědi obsahovaly více zvířat, které lze kategorizovat do clusterů, dosahovali lepších výsledků. (Schelble et al., 2012).

Dunlosky et al. (2007) se stejně jako předchozí výzkum zaměřuje na souvislost mezi strategiemi a výkonem v úkolech zahrnujících vizuální podněty.

Jednotlivými stimuly jsou slova. V první části výzkumu byly identifikovány strategie, které respondenti užívali k zapamatování si daných položek. Nejčastějšími užitými strategiemi byly:

- 1) Pouhé přečtení slov, bez propracování
- 2) Opakování slov
- 3) Seskupování (grouping)
- 4) Vizualizace
- 5) Tvoření vět
- 6) Další, blíže nespecifikované

V druhé části výzkumu byla pozorována změna strategie, ke které došlo u 50 % respondentů. Tato významná změna nastala pouze u výzkumné skupiny, kde docházelo k pravidelnému trénování na počítačovém programu.

Tyto výzkumy mohou vyvolat otázku, zda jsou lepší výkony v paměťových testech opravdu podmíněné efektivnějšími strategiemi. Dá se těmito strategiím naučit nebo jsou závislé na větší paměťové kapacitě? Tedy nabízí se zde úvaha, že vytvoření strategie není příčinou lepších výkonů, ale jejím důsledkem.

Tuto otázku si kladli i autoři longitudinálního výzkumu Schleepen a Jonkmen (2017). Výsledky jejich výzkumu naznačují, že paměťová kapacita u dětí ve věku 8-9 let nepředvídala pozdější použití efektivní strategie. Tedy, použití efektivních strategií nemusí být závislé na paměťové kapacitě, ačkoliv děti s lepší kapacitou pracovní paměti dokázaly ze strategií více vylézt a dosáhnout při paměťových testech lepších výsledků.

Dalším poznatkem tohoto výzkumu bylo, že dětem, kterým byly strategie explicitně ukázány, dokázaly strategie přenést i na nové úkoly. A přesto, že se strategie nevytvořily

spontánně, dokázaly je využívat stejně, jako děti se spontánně vytvořenými strategiemi, bez ohledu na paměťovou kapacitu. (Schleepen a Jonkmen, 2017).

Jak bylo ukázáno výše, obě hypotézy (plasticita vs. strategie) jsou podloženy četným množstvím výzkumů. Nabízí se vysvětlení, že obě tyto složky se během trénování uplatňují. Avšak vzhledem k tomu, že předmětem naší práce jsou právě paměťové strategie, naše pozornost se ubírá zejména tímto směrem...

Pokud v empirické části dojdeme k závěru, že konkrétní strategie mohou odpovídat konkrétnímu podnětovému materiálu (v závislosti na abstrakci či modalitě), bude se díky výše uvedeným poznatkům nabízet závěr, že určitý podnětový materiál může mít významný vliv na tréninkový efekt v paměťových programech.

Paměťové strategie

V návaznosti na druhou kapitolu věnovanou mimo jiné termínům „tréninkový efekt“ a „paměťové strategie“ bude v druhém oddílu textu podrobněji rozvedena právě tematika paměťových strategií, které může jedinec využívat.

Za tímto účelem bude na paměťové strategie nejprve nahlíženo v jejich obecné úrovni, a to zejména ve vztahu k vývojové psychologii člověka. Dále bude referováno o různých typech strategií v souvislosti s kódováním, uchováváním a vybavováním informací.

1.6 Paměťové strategie a vývoj člověka

Záměrné paměťové strategie jsou konceptem formujícím se přibližně od dosaženého věku 5 let – dříve se s podobným procesem u dítěte nelze setkávat (Langmeier, Krejčířová, 2007). Z hlediska vývojového pak Langmeier s Krejčířovou uvádějí, že kolem 6. až 7. roku věku děti užívají paměťovou strategii opakování, která se projevuje tím, že si dítě zapamatovávaný materiál pro sebe neustále dokola opakuje. Autoři pak dodávají, že s postupujícím věkem se u člověka rozvíjejí taktéž další možné strategie užívané ve snaze o zapamatování si určitých informací – konkrétně se jedná například o logickou organizaci materiálů či užívání mnemotechnických pomůcek a případné další – kdy tyto strategie jsou nadále zdokonalovány ještě i v dospělém věku (Langmeier, Krejčířová, 2007).

V této souvislosti se lze dočíst, že děti tím, že ještě nemusejí mít utvořený specifický přístup k řešení problému, spíše zkouší několik různých strategií, čímž aktivují různé kortikální oblasti; dospělí tak vyvíjejí specializované „moduly“, na jejichž základě okamžitě užívají účinné strategie (tyto mají naučené a zpevněné již ze svých minulých zkušeností) – pro ilustraci lze uvést informaci naznačující, že dospělí selektivně aktivují unimodální sluchové oblasti při zpracování mluvených slov a selektivně aktivují v unimodálních vizuálních oblastech středního temporálního gyru a fusiform gyru při zpracování psaných verbálních forem; děti na rozdíl od toho nejsou takto selektivní (specifické), čímž u nich dochází k aktivaci jak sluchové, tak vizuální oblasti bez ohledu na způsob prezentace (Booth et al. in Berl, Vaidya, Gaillard, 2006).

Rozvoj vědomých paměťových strategií (jejich zlepšování) je pak těsně svázáno též s pojmem metakognice, tedy se znalostmi, které má konkrétní daná osoba o svých vlastních poznávacích procesech – tyto se podílejí na rozvoji prakticky všech kognitivních schopností člověka, tedy i paměti samotné (Langmeier, Krejčířová, 2007).

Z hlediska vývojové psychologie je nutné poznamenat, že se stárnutím člověka dochází velmi často také ke zhoršování jeho pracovní paměti, a to na základě procesů, kdy se údaje, jenž se jedinec učí a aktuálně je využívá ke zvládnutí určitého úkolu, dostávají do střetu (interferují) s údaji ukládanými do paměti za účelem snahy zvládnutí úkolu jiného (Gamon, Bragdon, 2010). Uváděný mechanismus (jev) je označován jako proaktivní útlum. U starších lidí je tento útlum podporován neschopností (či minimálně zhoršenou schopností) vylučování přebytečných detailů ze své mysli (v pokročilém věku je například pro člověka mnohem obtížnější soustředit se na vedený rozhovor v situaci, kdy v okolí hovoří další osoby) (Gamon, Bragdon, 2010).

Avšak důležité je zmínit, že výkon pracovní paměti může být dle Bastianové, Langer, Jäncke a Oberauer zlepšován v rámci celého životního cyklu, nikoli pouze v určitých životních fázích před dosažením konkrétní věkové hranice (Bastian, Langer, Jancke, Oberauer, 2013).

1.7 Typologie paměťových strategií dle Sternberga

V této podkapitole budou uvedeny jednotlivé typy paměťových strategií, jenž se uplatňují v procesu kódování, uchovávání nebo vybavování. Jedná se o obecné strategie, které jsou v těchto procesech aplikovány.

K tomu, aby byly odhaleny procesy, jež se skrývají pod trénováním v N-back úlohách. Je potřeba získat vhled do této problematiky v obecné rovině a následně bude snaha o vztažení těchto obecných poznatků ke konkrétnímu řešení úloh v empirické části.

Metapaměťové strategie

Jedná se o vědomou aplikaci konkrétních postupů, tzv. *metapaměťových strategií*, s cílem zachovat nebo zvýšit integritu vzpomínek. „Metapaměťové strategie jsou jednou ze

součástí metakognice, schopnost uvažovat o vlastních procesech myšlení a způsobech, jak své myšlení zdokonalit.“ (Sternberg, 2009, s. 215)

Opakování

Jedna ze strategií, která je uplatňována ve snaze o zapamatování si dané informace, je opakování. Jedná se o recitaci položky, kterou si chceme uchovat. Dle Sternberga může být opakování zřejmé nebo skryté. Rozdílem je to, zda se realizuje nahlas nebo v duchu pomocí mentálních představ či *subvokální artikulace*.

Opakování můžeme dále dělit na uchovávající, které je typické spíše pro krátkodobou paměť. Cílem je pouze opakovaná reprodukce daného materiálu.

Druhým typem je opakování elaborující, kde dochází k hlubšímu propracování daných podnětů se snahou o smysluplnou integraci do dosavadních poznatků. Tento typ opakování je typický zejména pro konsolidaci do dlouhodobé paměti. (Sternberg, 2009)

Organizace informací

Jedním z klíčových výzkumů v této oblasti byl výzkum Westona Bousfielda (1953), který ukázal, že pokud mají respondenti možnost řadit podnětový materiál do kategorií (ovoce, zelenina, nábytek...), je následné vybavování mnohem efektivnější.

Tendence k seskupování podnětů do větších celků byla zachycena i výzkumem Endela Tulvinga (1962), který zachytil, že respondenti při vybavování seskupují slova do větších celků, i přesto, že mezi nimi není přirozený vztah.

Paměťové pomůcky

Většina paměťových pomůcek se zakládá právě na organizaci informací. Pomáhá dodávat smysl tam, kde žádný přirozený význam či řád není. Soubor nejčastěji užívaných paměťových pomůcek uvádí Sternberg: „uspořádání do kategorií, akronyma, akrostichy, interaktivní představy, řetězová slova, metoda místa.“ (Sternberg, 2009, s. 218)

Tab. 1.: Paměťové pomůcky dle Sternberga.

TECHNIKA	POPIS
INTERAKTIVNÍ PŘEDSTAVY	Cílem této strategie je dát jednotlivé položky do smysluplného celku, např. si vytvořit z jednotlivých položek příběh.
ŘETĚZEC POMOCNÝCH SLOV	Klíčem je vytvoření pomocného slova a jeho představy ve spojení s daným podnětem. Toto slovo se následně stane vodítkem pro vybavení daného podnětu.
METODA MÍST	Vizualizace dobře známého místa, kam postupně lze umístit dané podněty.
AKRONYMA	Vytvoření slova nebo fráze, která označuje počáteční písmena všech daných podnětů.
AKROSTICH	Princip je stejný jako u akronym, s tím rozdílem, že se většinou jedná o více pomocných slov či souvětí, která pomáhají ve vybavování jednoho konkrétního podnětu. Většinou se jedná o neznámý podnět, proto ve vytvořené větě bývá obsažen celý.
SYSTÉM NAPOVÍDAJÍCÍ H SLOV	Vytvoření představy, která váže zvuk a význam neznámého slova na zvuk a význam slov, které jsou známé.

Zdroj: Sternberg (2009)

Henry Roediger se výzkumem mnemotechnických pomůcek zabýval. Ve svém výzkumu porovnával efektivnost jednotlivých strategií v závislosti na typu úlohy a reprodukci (bezprostřední vs. po 24 hodinách). V rámci reprodukce sériové a bezprostřední (což odpovídá N-back úlohám) byla nejefektivnější pomůckou metoda míst (viz tab. 2).

Tab. 2: Strategie kódování dle Roedigera.

Mnemotechnická pomůcka	Počet správně reprodukováných položek před tréninkem	Počet správně reprodukováných položek po náviku
Elaborující opakování	7	5,8
Izolované představy	6,8	4,8
Interaktivní představy	7,6	9,6
Metoda míst	6,8	13,6
Řetězec pomocných slov	7,7	12,5

Zdroj: Sternberg (2009)

Paměťové procesy v rámci N-back úloh

V této kapitole bude snaha o popsání poznatků týkajících se kódovacích paměťových strategií v N-back úlohách, neboť empirická část se zabývá právě těmito procesy.

Kapitola je dělena do dvou částí, přičemž první část se týká auditivního podnětového materiálu v N-back úlohách, druhá část se zaměřuje na materiál vizuální. Toto dělení N-back úkolů odpovídá našemu úhlu pohledu v empirické části, kde se snažíme odhalit specifika, které s sebou tyto dvě modalitty (zrak a sluch) přinášejí.

V jednotlivých podkapitolách budou představeny i současné neuropsychologické poznatky, z kterých bude možné dále posoudit, zda auditivní a vizuální podnětový materiál má svá specifika i v rámci funkční specializace mozku.

1.8 Kódování auditivních podnětů

Auditivní signály coby modalita, jež může být prezentována subjektům při zkoumání pracovní paměti, je pak (vedle modality vizuální) druhým nejčastějším typem prezentovaných signálů určených k zapamatování (Marvel, Desmond, 2010). Auditivní (vyslovené) informace jsou zpracovávány fonologickou smyčkou (Marvel, Desmond, 2010).

Neuropsychologické poznatky

O významné roli cerebella při zpracování auditivních podnětů (tedy při fonologickém kódování) hovoří taktéž Tomlinson, Davis, Morgan a Bracewell, kteří svůj výzkum orientují na výzkum lateralizace cerebrální funkce ve spojitosti s pracovní pamětí.

Autoři ve své stati uvádějí, že: „V souvislosti s verbální pracovní pamětí popisuje Baddeley fonologickou smyčku, která obsahuje omezenou vyrovnávací paměť pro ukládání fonologického vstupu a artikulační řídicí systém, který slouží k obnovení paměťových stop ve chvíli, kdy jsou vyžadovány.“ (Tomlinson, Davis, Morgan, Bracewell, 2014, s. 354).

O tom, že mozeček (cerebellum) hraje významnou roli ve vztahu zejména k auditivním podnětům, s nimiž krátkodobá paměť pracuje, svědčí dle autorů ten fakt, že účastníci jejich výzkumu vykazovali po stimulaci pravé cerebrální hemisféry menší přesnost

ve verbální verzi Sternbergovy úlohy ve srovnání se stimulací levé hemisféry (výkon ve vizuálním Sternbergově úkolu však nebyl ovlivněn stimulací ani jedné hemisféry) – Tomlinson, Davis, Morgan a Bracewell (2014) tak potvrzují již dříve naznačovanou důležitou úlohu mozečku ve fonologickém kódování.

Svá výzkumná zjištění pak autoři komentují následujícím způsobem: „Jak bylo uvedeno výše, existují důkazy, že naše použití théta stimulace mozku narušilo kódovací fázi úkolu verbálního pracovního postupu, který byl popsán tak, že zahrnuje extrakci fonologických dat z vizuálně prezentovaných stimulů za účelem zahájení ukládání do fonologické smyčky.“ (Tomlinson, Davis, Morgan, Bracewell, 2014, s. 354).

Kódovací strategie

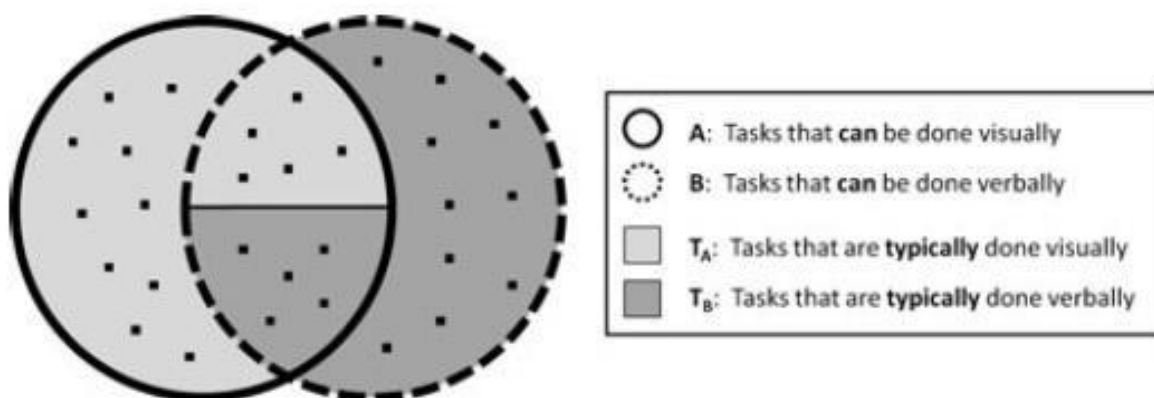
Přenos mezi modalitami zmiňují ve svém výzkumu například Buschkuehl, Hernandez-Garcia, Jaeggi, Bernard a Jonides, kteří uvádějí, že úspěšnost podobného přenosu byla v rámci jejich výzkumu zajištěna na základě možnosti respondentů spoléhat se na podobné (kupříkladu verbálně orientované) procesy (Garcia, Jaeggi, Bernard, Jonides, 2014).

Raiker, Rapport, Kofler a Sarver uvádějí, že je možné předpokládat částečnou vzájemnou mediaci účinků fonologického a vizuospeciálního zapamatování (stejně jako ukládání) informací, ovšem zároveň upozorňují také na specifickou obou způsobů nakládání s přijímanými podněty, který je dle jejich názorů modalitně specifickým (toto tvrzení zakládají autoři na faktu, že děti zpracovávají písmena fonologicky a k identifikaci složitých vzájemně si odpovídajících podnětů užívají svého vizuospeciálního subsystému (Raiker, Rapport, Kofler a Sarver, 2012).

Kunda a Goel své výzkumné snahy zaměřují na analýzu hypotézy uvádějící, že někteří jedinci s poruchou autistického spektra mohou používat vizuální mentální reprezentace a procesy k provádění určitých úkolů, jež se typicky rozvíjejí u jednotlivců projevujících se verbálním způsobem (jedná se v zásadě o zkoumání možnosti myšlení v obrazech). K potvrzení či vyvrácení stanovené hypotézy autoři (kromě jiného) využívají též N-back paměťové úlohy, duální úkoly, vizuální vyhledávání či vizuospeciální vyvolávání (Kunda, Goel, 2011).

Autoři v rámci své stati prezentují schematický náčrt toho, jakým způsobem je možné zadávané úlohy (včetně paměťových N-back testů) řešit a jakým způsobem bývají reálně skutečně řešena – toto schéma je znázorněno na obrázku číslo 1 níže.

Obrázek 1: Možnosti řešení testovacích úloh (vizuální/auditivní modalita)



Zdroj: Kunda & Goel, 2011, s. 1158

N-back testy pak dle autorů patří zejména do skupiny úloh, které je možné řešit vizuálně, ovšem v praxi bývá jejich řešení založeno spíše na aktivaci verbálních (auditivních, fonologických) drah a mechanismů (Kunda, Goel, 2011).

1.9 Kódování vizuálních podnětů v N-back úkolech

Za vizuální podněty jsou ve výzkumech pracovní paměti s využitím N-back testování považovány zejména nejružnější tvary a jejich prostorové (vizuospeciální) umístění – tyto podněty jsou tak jednou z možných modalit prezentovaných stimulů (Buschkuhl, Hernandez-Garcia, Jaeggi, Bernard, Jonides, 2014).

Neuropsychologické poznatky

Marvel a Desmond ve svém výzkumu poukazují na fakt, že pravá dolní cerebelární, tedy mozečková, hemisféra upřednostňuje vizuální informace v pracovní paměti. Mozeček přispívá k funkci pracovní paměti způsobem, jenž je nezávislým na výkonu a pravděpodobně je lateralizován modalitou předkládaných působících podnětů (Marvel, Desmond, 2010). Tento poznatek tak odkazuje na fakt, že vizuální, auditivní a případné další podněty, s nimiž pracovní paměť nakládá, jsou zpracovávány různými způsoby a různými částmi mozku.

Avšak výzkumy zaměřované na prezentaci vizuálních podnětů formou N-back testování ukazují, že během prezentace verbálních podnětů se mohou aktivovat i ty oblasti mozku, jež souvisejí se zpracováváním verbálních podnětů.

Autoři Hautzel, Mottaghy, Specht, Müller a Krause (2009) ve svém příspěvku uvádějí, že dva různé způsoby testování by měly zobrazit aktivitu mozku v různých částech. V rámci verbálních podnětů by měla být aktivována ta část, která souvisí s fonologickou smyčkou, oproti prezentaci vizuálních podnětů abstraktní povahy by měla aktivovat oblasti související s vizuospeciálním náčrtníkem (Hautzel, Mottaghy, Specht, Müller, Krause, 2009). Výzkum Hautzela a jeho kolegů byl prováděn na celkem 17 mladých dobrovolnících s programem N-back, kdy $n = 2$.

Výsledky ukázaly téměř identickou aktivitu mozku v případě aktivace verbální a vizuální pracovní paměti během N-back úloh. (Hautzel, Mottaghy, Specht, Müller, Krause, 2009).

Výzkum Hautzela a kol. (2009) poukazuje na fakt, že na kódování podnětového materiálu se podílí aktivita ve stejných oblastech mozku, což naznačuje, že i kódování odlišného podnětového materiálu probíhá stejným způsobem.

Kódovací strategie v rámci N-back úloh

Výzkum Bengsona a kol. (2015) ukazuje, jaký vliv může mít užití různých typů strategií na schopnost si zapamatovat vizuální podněty. Na vzorku 168 respondentů bylo pozorováno, jakým způsobem ovlivňuje daná strategie výkon. První strategie spočívala v zaměření se na pouhou část prezentovaného obrazu, tedy zaměření na detail. Druhá strategie obsahovala instrukci, aby se respondenti zaměřili na kompletní obraz. Výsledkem výzkumu bylo, že strategie, jež zahrnuje komplexní kódování vizuálního stimulu, byla nejefektivnější a respondenti dosahovali lepších výsledků. (Bengson et al., 2015)

Předpoklad, že typ strategie, jenž je užívána během kódování, je důležitým faktorem pro výkon v paměťovém testu. Nabízí se zde vysvětlení, že pomocí efektivní strategie je snížena zátěž na kognitivní kapacitu.

Tento předpoklad podporuje i výzkum McNamary a kol. (2001), kteří dospěli ke korelaci právě mezi typem strategie a výkonem v testu zaměřeném na pracovní paměti (McNamara et al., 2001; Turley-Ames & Whitfield, 2003).

Důležité je zmínit, že výzkum zahrnoval i aktivní kontrolní skupinu. Skupina trénovala na stejném programu, avšak s jednoduchou obtížností a bez změny úrovně (*neadaptivní úroveň*). Změny strategií u těchto respondentů nenastaly. Z výzkumu tak vyplývá, že pro efektivní trénink, který zlepšuje pracovní paměť, je potřeba trénink, který pružně reaguje na individuální výkon (Dunlosky et al., 2007).

Obecné modely paměťových procesů

Doposud bylo téma N-back úloh zkoumáno zejména z pohledu diagnostického nebo v rámci otázek týkajících se tréninkového efektu.

Výzkumů, zabývajících se kódováním a vybavováním v N-back úlohách, je poměrně málo. A ty, které existují (viz kapitola „Paměťové strategie v rámci N-back úloh“), se sice zabývají paměťovými strategiemi, ale jejich hlavní důraz je kladen na souvislost paměťových strategií a výkonu v paměťových testech. Avšak oblast zpracování informací v rámci N-back úloh zůstává poměrně neprozkoumána.

Z toho důvodu bude následující text věnován zejména obecným modelům zpracování informací, které souvisejí s pracovní pamětí. A to, zda se tyto obecné modely uplatňují i při N-back úkolech, bude jedním z předmětů diskuze této práce.

1.10 Kódování pracovní paměti

Teorie úrovně zpracování (Craik a Lockhart)

Dle teorie Craika a Lockharta je možné rozeznat tři různé úrovně zpracovávání:

- *fyzikální*; odpovídá zpracování zřetelných vlastností, např. vzhled jednotlivých písmen.
- *akustickou*; odpovídá zvukové kombinaci asociovanou s písmeny, např. vnímání rýmu
- *sémantickou*; odpovídá významu slov

Díky těmto třem procesům dochází k analýze jednotlivých fyzikálních charakteristik (počítků) až po obsáhle sémantické uvědomění, které zahrnuje větší počet analýz (sémantická analýza je více propracovanější) (Craik a Lockhart, 1972).

Tedy zatímco v případě tradičního trojsložkového modelu paměti dle Atkinsona a Shiffra (1968), kde je pracovní paměť pojímána jako součást krátkodobé paměti, dle modelu Craika a Lockharta (1972) je k pracovní paměti přistupováno jako k součásti dlouhodobé paměti, která je v daném okamžiku aktivní. Dle Sternberga (2009) se tímto pojetím pracovní paměti inspiroval i Baddeley a tento model doplňuje. Baddeleyův vizuospeciální náčrtník lze

chápat jako nástroj pro Craikovo fyzikální zpracování informace a Baddeleyovu artikulační smyčku lze chápat jako Craikovo zpracování akustické informace. Stejně tak centrální výkonnou složku lze vnímat skrz terminologii sémantického zpracování. (Sternberg, 2009)

Craik společně s Tulvingem (1975) realizovali výzkum k ověření této teorie. Respondentům byl předložen seznam slov, kterým vždy předcházela otázka. Tato otázka měla navodit určitou úroveň zpracování:

- fyzikální: Je slovo napsáno velkými písmeny?
- akustickou: Rýmuje se dané slovo se slovem „vločka“?
- sémantickou: Označuje toto slovo druh rostliny?

Výsledky výzkumu byly jednoznačné, hloubka zpracování (kódování) má významný vliv na schopnost si daný podnět následně vybavit. Vysvětlením se nabízí, že hlubší analýza vytváří propracovanější a tedy i silnější paměťovou stopu než pouhá povrchová analýza počítků.

Craik a Lockhart (1972) dále rozlišují mezi tzv. *udržovacím* a *elaborativním* opakováním. Přičemž udržovací opakování lze charakterizovat pouhým opakováním podnětů (např. opakování telefonního čísla), oproti tomu elaborativní opakování souvisí s propracováváním materiálu prostřednictvím uvažování o významu a kontextu (např. učení se dějepisným souvislostem).

Teorie R. Conrada

Některé výzkumy naznačují, že pro kódování do krátkodobé paměti užíváme zejména kódování akustické. A to i přesto, když se jedná o vizuálně prezentovaný materiál.

Jedním z klíčových výzkumů, které dospěly k tomuto závěru, byl výzkum R. Conrada (1964).

V jeho výzkumu bylo respondentům prezentováno deset souhlásek: *B, C, F, M, N, P, S, T, V* a *X*. Úkolem respondentů bylo napsat bezprostředně po prezentaci dané souhlásky v jejich přesném pořadí. Výzkumníky zajímal zejména typ chyb, ke kterému během reprodukce docházelo. Analýza chyb ukázala, že chyby, jichž se respondenti dopouštěli, souvisely se sluchovými záměnami. Tedy k nejčastějším chybám docházelo při reprodukci podobně znějících hlásek, např: *B* se často zaměňovalo za *V* nebo za *P*. Závěrem výzkumu

bylo, že používáme akustické kódování, přesto, že podnětový materiál je prezentován zrakově.

Ve shodě s tímto předpokladem je i výzkum autorů Novitski, Anourova, Martinkauppi, Aronen, Näätänen a Carlson (2003), kde byly zúčastněné osoby vyzvány k tomu, aby popsaly strategie, jež použily během úkolů, a to z konkrétního seznamu pěti alternativ, které odpovídaly předem definovaným strategiím (tyto alternativy zněly následujícím způsobem: „auditivní zkouška“, „slovní“, „vizuální snímky“, „somatosenzorické snímky“ a „žádná jistá strategie“), kdy nejčastěji uváděnou subjektivní strategií byla sluchová zkouška (Novitski, Anourova, Martinkauppi, Aronen, Näätänen a Carlson, 2003).

Na základě uváděné informace si tak lze učinit obrázek o četnosti užívání fonologických strategií práce s informacemi. Z tohoto výzkumu vyplývá, že právě auditivní zkouška, která je zde popisována v souladu s konceptem fonologické smyčky, je nejčastěji volenou strategií při snaze o kódování do krátkodobé paměti.

Akustickým kódováním se zabýval, jak je zmíněno výše, i Alan Baddeley (1966), jehož cílem bylo zjistit, zda je pro kódování do krátkodobé paměti typičtější akustické kódování, a nebo zda se uplatňuje i sémantická složka.

Navrhl výzkum, kde porovnával výkony osob kódující akusticky zaměnitelná slova (*MAP, CAB, MAD, MAN a CAP*) a slova, která si akusticky podobná nejsou (*COW, DAY, PIT, BUN, RIG*). Zjistil, že vybavování akusticky podobných slov bylo výrazně horší. Dále porovnával výkony respondentů, kteří kodovali akusticky odlišná, avšak sémanticky blízká slova (*BIG, LONG...*) se slovy, která byla také akusticky odlišná, ale zároveň i sémanticky vzdálená (*LATE, OLD...*). Výsledkem bylo, že byl jen nepatrný rozdíl mezi sémanticky podobnými a odlišnými slovy, což nasvědčuje tomu, že pro kódování do krátkodobé paměti využíváme primárně akustické kódování.

1.11 Vybavování z pracovní paměti

V této kapitole budou prezentovány hlavní teorie týkající se vybavování z krátkodobé paměti. O vybavování bude, stejně tak jako o kódování, pojednáváno v obecné rovině, neboť doposud neexistují výzkumy, jenž by se zabývaly vybavováním podnětového materiálu v oblasti N-back úloh. Popis procesu vybavování u N-back úloh bude cílem empirické části, kde bude, mimo jiné, snaha o propojení těchto obecných modelů vybavování s N-back úlohami.

Paralelní vs. sériové zpracování

Jednou z otázek, kterou si výzkumníci kladou, je, jakým způsobem dochází k vybavování podnětového materiálu? V této oblasti existují dvě hypotézy: hypotéza paralelního zpracování a hypotéza sériového zpracování.

Základním paradigmatem *sériového vybavování* je, že v průběhu reprodukce se uložený podnětový materiál vybavuje jednotlivě – tedy jeden po druhém.

Oproti tomu hypotéza paralelního zpracování předpokládá, že se všechny položky vybavují současně. Tedy v jeden moment jsme schopni nahlédnout všechny kódované položky.

Výzkumy, které se zabývají typem zpracování, se většinou zakládají na reakční době respondentů. Klíčovým předpokladem je, že v případě sériového zpracování se reakční doba respondentů liší v závislosti na počtu číslic v daném pořadí. Tedy čím méně číslic v souboru, tím rychlejší reakční čas. Oproti tomu u paralelního zpracování informací se nepředpokládá závislost na velikosti souboru podnětů, protože je tento soubor vybavován celý najednou.

Vyčerpávající vs. sebeukončující zpracování

Vyčerpávající zpracování podnětů spočívá v porovnávání aktuálního podnětu s celým souborem. Např. když by byl prezentován soubor čísel: 2,3,8,9,6,4 a respondenti by měli za úkol odpovědět, zda se v souboru vyskytlo číslo tři, pokusné osoby by postupovaly tak, že budou číslo tři korelovat s každým číslem v souboru a až na konci vyhodnotí, jestli se trojka vyskytla v souboru. Oproti tomu teorie sebeukončujícího zpracovávání předpokládá, že jakmile dojde ke korelaci, proces porovnávání je ukončen.

Výzkumy orientující se na tuto oblast zpracování, se stejně jako u předchozích dvou typů vybavování, zaměřovaly na reakční čas respondentů. Základní postulátem je, že reakční čas respondentů je závislý na poloze číslic v souboru. Např. když by byl prezentován soubor číslic: 2,3,6,8,5,1,9, tak v případě sebeukončujícího zpracování bude reakční čas u vybavení číslice 2 kratší, než reakční čas u čísla 9. V případě vyčerpávajícího zpracování by pořadí čísel nehrálo žádnou roli.

Dnes se výzkumníci přiklánějí k názoru, že primární je spíše vyčerpávající model zpracování.

Nicméně některé výzkumy dokazují, že při určitých úlohách se uplatňují spíše procesy paralelní, a to zejména u podnětového materiálu, který jde špatně slovně popsat (De Rosa, Tkaczová, 1976).

Nausová a kol. (1972) zase ukazují, že i sebeukončující zpracování se v rámci vybavování podnětového materiálu vyskytuje. Ve svém výzkumu dospívají k závěru, že tento typ zpracování je častější zejména pro podnětový materiál patřící do jedné kategorie (např. ovoce, zelenina, oblečení apod.).

Dalším důležitým faktorem je podobnost či výjimečnost, dle Eysencka (1979) se lépe vybavují ty stopy, které se od ostatních dobře diferencují. Tedy pokud budou prezentovány stimuly, které jsou si do velké míry podobné, je menší pravděpodobnost, že si je respondent následně vybaví.

Shrnutí teoretických východisek

V první řadě jsme poukázali na fakt, že pracovní paměť, coby psychický proces, je konstrukt, na který lze nazírat z různých úhlů. V rámci této práce používám termín pracovní paměť podle modelu Baddeleyho a Hitcha (1974), kde je **pracovní paměť tvořena zrakovým a sluchovým skladem** (zrakově-prostorový náčrtník a fonologická smyčka) a centrální exekutivou. Dva sklady se starají o aktivní uchovávání informací a centrální exekutiva je zodpovědná za zaměření pozornosti na relevantní informace a za koordinaci kognitivních procesů, které existují simultánně.

Dále byly představeny N-back úlohy, coby typ programu na trénování pracovní paměti. Byly představeny výzkumy, která referují o tréninkovém efektu N-back úkolů a zároveň zvažují možnost blízkého a vzdáleného transferu.

Na základě analýzy odborných textů bylo zjištěno, že existují výzkumy, které:

1. dávají do souvislosti výkon v N-back úlohách a paměťové strategie.
2. ukazují, že různý typ podnětového materiálu prezentovaný ve zrakové nebo sluchové podobě může být zpracováván odlišnými paměťovými strategiemi.
3. předpokládají odlišné zpracovávání vizuálních a auditivních podnětů.
4. popírají vzdálený transfer.

V neposlední řadě byly představeny obecné modely, které souvisejí s kódováním a vybavováním pracovní paměti. Některé výzkumy dávají **kódování do souvislosti s různými úrovněmi zpracování**:

- *fyzikální*; odpovídá zpracování zrakově zřejmých vlastností, např. vzhled jednotlivých písmen.
- *akustickou*; odpovídá zvukové kombinaci asociovanou s písmeny, např. vnímání rýmu.
- *sémantickou*; odpovídá významu slov.

Byly zde představeny modely, které souvisejí s vybavováním kódovaných podnětů. Vzhledem k tomu, že princip N-back úloh spočívá, mimo jiné, v sekvenčním zobrazování podnětů, lze očekávat, že vybavování podnětů bude odpovídat **sériovému vybavování**.

Cíl a výzkumné otázky

V posledních letech se stávají úlohy N-back velmi populární. Jedním z důvodů může být, že se jedná o typ úloh, které často bývají spojovány se zlepšením pracovní paměti (viz uvedené výzkumy v rámci teoretické části).

Některé výzkumy dokonce hovoří o transferu do více či méně vzdálených oblastí (pozornost, inteligence). Avšak výzkumy, jenž se na tomto poli realizují, se do velké míry zaměřují pouze na tréninkový efekt, ale nezabývají se významněji samotnou povahou tréninkového materiálu .

Naším cílem je proto prozkoumat N-back úlohy z poněkud jiné perspektivy. Pokusíme se popsat, jakým způsobem je s podnětovým materiálem nakládáno během samotného trénování. Tedy půjde nám o to blíže pochopit proces kódování a vybavování. Neklademe si za cíl komplexně popsat tyto procesy v rámci N-back úloh, neboť si uvědomujeme, že se jedná o oblast velmi širokou.

Rozhodli jsme se proto, že svůj výzkumný záměr nasměrujeme na oblast týkající se kódování a vybavování podnětového materiálu v závislosti na jeho charakteristikách. Zajímá nás, zda má různý podnětový materiál vliv na výběr strategií, jenž jsou užívány k řešení N-back úloh.

Dalším důvodem, který nás vedl k tomuto cíli, je i předpoklad, že výběr strategie může významně ovlivnit tréninkový efekt. Jinými slovy výzkum strategií v závislosti na charakteristikách podnětového materiálu by mohl přispět k poznání, jak lze efektivněji pracovat s N-back úlohami, aby došlo k maximalizaci tréninkového efektu.

V první řadě se pokusíme zajistit co největší heterogenitu podnětového materiálu, který bude nahrán do programu N-back Campaign.

Následně dojde ke kvantitativnímu zpracování skóre, které by mělo ukázat, jestli existují rozdíly v závislosti na typu materiálu. V rámci kvantitativní části výzkumu si tedy klademe tuto otázku:

- 1) Ovlivňuje charakteristika materiálu výkon v úlohách N-back?

Předpokládáme, že **se zvyšující mírou abstraktnosti se snižuje výkon v úlohách N-back** . Naše domněnka vychází z výzkumů, jenž poukazují na fakt, že abstraktní materiál je

kódován pouze tím, že je verbalizován (např. Colom 1998). Vzhledem k tomu, že podnětový materiál (v rámci 3. stupně abstrakce) nelze jednoduše verbalizovat, respondenti budou muset nejprve restrukturalizovat podněty, aby je mohli verbalizovat.

Dále předpokládáme, že respondenti budou **ve vizuálních úkolech dosahovat lepších výsledků než v úkolech auditivních**. Náš předpoklad vychází z výzkumů, které poukazují na fakt, že i přes zrakový podnětový materiál, probíhá kódování akusticky (Conrad 1964; Baddeley 1966; Novitski et al. 2003). Domníváme se proto, že zpracování vizuálního materiálu může být efektivnější, protože je podnět zpracováván ve dvou kanálech (zrakovém a sluchovém).

Bude nás také zajímat, zda naše úvahy o heterogenitě materiálu byly v souladu s vnímáním respondentů. Domníváme se, že rozdíly ve výkonech nemusí nutně odpovídat vnímané náročnosti jednotlivých úkolů. Proto si klademe i tuto výzkumnou otázku:

- 2) Odpovídá subjektivní hodnocení úloh skutečným výsledkům respondenta?

Vzhledem k výše uvedenému, předpokládáme, že čím vyšší míra abstraktností, tím budou respondenti hodnotit úlohy jako náročnější. A Dále se domníváme, že respondenti budou vizuální úkoly hodnotit jako jednodušší.

Také budeme zjišťovat, jaké strategie byly aplikovány na řešení N-back úloh. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně nové téma, neexistují v této oblasti výzkumy. Rozhodli jsme se proto i pro kvalitativní analýzu dat. Od smíšeného designu si slibujeme větší komplexnost získaných informací. V rámci kvalitativní části výzkumu si klademe následující otázky:

- 3) Jaké jsou užívané strategie k řešení N-back úloh, obsahující podnětový materiál s různým stupněm abstrakce?
- 4) Explorace rozdílů ve strategiích, v závislosti na stupni abstrakce podnětového materiálu v N-back úlohách.
- 5) Jaké strategie jsou užívané k řešení N-back úloh s auditivním a vizuálním podnětovým materiálem?
- 6) Explorace rozdílů ve strategiích mezi N-back úlohami s vizuálním podnětovým materiálem a N-back úlohami s auditivním podnětovým materiálem.

V rigorózní práci si klademe za cíl pozorovat další proměnou, která mohou ovlivňovat kódování a vybavování podnětu v rámci n-back úloh. Navazujeme na výsledky diplomové práce, které jsou prezentovány v kapitole „Modalita jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech“. Rozšíření spočívá ve vytvoření nového podnětového materiálu ve dvojí modalitě.

V rámci kombinovaného podnětového materiálu předpokládáme, že výkon v tomto subtestu bude vyšší, než v subtestu vizuálním i auditivním. Naše hypotéza vyplývá ze skutečnosti, že během prezentace jednotlivých podnětů je respondentům poskytována, jak vizuální, tak auditivní složka, respondenti si tak mohou zvolit způsob kódování, který jim nejvíce vyhovuje.

Další změnou podnětového materiálu bylo vybrání těch podnětů, které odpovídají prvnímu stupni abstrakce (viz kapitola „Popis podnětového materiálu dle stupně abstrakce“). Avšak rozhodli jsme se použít odlišný podnětový materiál než v první části výzkumu. Důvodem byly výsledky dotazníku z N-back campaign testu (viz kapitola: „Hodnocení obtížnosti úkolů“), kde respondenti sdělovali namáhavé rozlišování izolovaných hlásek. Obtížnost byla tedy vyšší, než jaká byla původně zamýšlena. Proto jsme v tomto výzkumu volili celá slova, u kterých jsme předpokládali jednodušší diferenciaci.

Důvodem volby prvního stupně abstrakce v této práci, byla snaha o minimalizaci dalších proměnných, které by se mohli na výkonu podílet. Druhý a třetí stupeň abstrakce je pro účely této práce definován jako stupeň, kde se objevuje i další faktor jako je větší znalost dané oblasti, např. rozlišování a kódování plemen psů (viz kapitola: „Popis podnětového materiálu dle obsahu“).

Dále nás zajímalo, zda v našem vzorku bude prokázána závislost mezi pracovní pamětí a inteligencí. Důvodem je, že by trénink pracovní paměti, mohl být užitečný pro rozvoj více oblastí, nikoliv pouze pracovní paměti samotné. Některé výzkumy, např. Borella, Carretti, Riboldi, & De Beni, 2010 dokládají možnost vzdáleného transferu, lze tedy předpokládat, že aby k tomuto jevu došlo je třeba jistá závislost mezi naměřenými rozumovými schopnostmi a výkonem pracovní paměti.

Metody

Výzkum byl realizován od ledna 2017 do května 2017 a dále v květnu 2018. Probíhal v pěti etapách:

- 1) Pilotní fáze
- 2) První etapa trénování
- 3) Fáze rozhovorů
- 4) Vyhodnocení výsledků a stanovení doplňujících hypotéz
- 5) Realizace doplňujícího výzkumu

Pilotní fáze trénování se účastnili dva respondenti. Hlavním cílem této etapy bylo co nejefektivnější nastavení programu NBack Campaign. Zamýšleli jsme se zejména nad množstvím úkolů a podnětovým materiálem, který by odpovídal jednotlivým stupňům abstrakce.

Druhá fáze výzkumu již zahrnovala samotné trénování respondentů, kteří tvořili experimentální skupinu. Naším požadavkem bylo rozdělit skupinu respondentů na dvě rovnoměrné podskupiny, které by odehrály tréninkový program v různém pořadí v závislosti na stupni abstrakce a modalitě. Důvodem byla snaha vyloučit vliv pořadí na výkon.

V třetí fázi, bylo realizováno dvanáct rozhovorů s respondenty, kteří se účastnili tréninkového programu. Po této fázi došlo k vyhodnocení výsledků a stanovení výsledků (čtvrtá fáze).

V poslední, páté fázi byly stanoveny nové výzkumné otázky související s dalšími proměnnými v úlohách související s pracovní pamětí. Výzkum byl realizován v květnu 2018.

V následující části práce budou podrobně popsány tréninkové i testové metody a dále metody statistického zpracování.

1.12 Tréninkový program N-back campaign

Ve výzkumu bylo použito rozhraní tréninkové aplikace NBack Campaign (Páchová, Štump, 2012), v rámci které je možné vytvářet tréninkové programy založené na principu N-back.

Výhodou aplikace je její vysoká adaptibilita. Do rozhraní se dají nahrát různé materiály a to jak v obrazové (jpg), ale i vizuální (wav) podobě. Doposud byl program využíván k trénování vizuální a prostorové pracovní paměti. Auditivní úkoly byly v tomto rozhraní testovány prvně.

Princip N-back úkolů

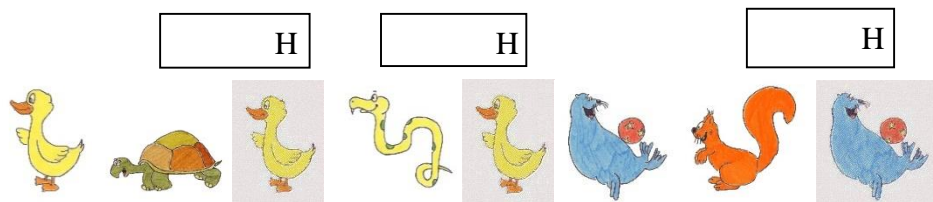
Úkolem respondenta je sledovat sekvenci různých podnětů (vizuálních nebo auditivních). Podněty se zobrazují postupně - po jednom na monitoru. Doba promítání jednoho podnětu byla nastavena na 1 700 ms.

Cílem respondenta je posoudit, jestli se právě promítaný podnět objevil i o několik kroků zpět. Počet kroků (N) je závislý na úrovni úkolu. Tedy čím vyšší je úroveň, tím více kroků zpět si musí hráč pamatovat.

Př.: Jestliže je počet kroků (N) nastaven na 2, znamená to, že respondent posuzuje aktuální podnět s tím, jenž byl o dva kroky zpět. Pokud se obrázek/zvuk shoduje, respondent tuto shodu hlásí².

² V případě N-back Campaign stiskem libovolné klávesnice

Obr. 2: Princip N-back úloh. Řada níže se promítá postupně, tzn. prvním obrázkem, který se na monitoru promítne, je kachna, poté, želva atd... V případě, že $N=2$, respondent hlásí v této sekvenci událost celkem třikrát. Je zde vzorec ABACADED.



Popis úkolů

V programu jsme pro účely našeho výzkumu vytvořili osm *úkolů*. První dva byly cvičné, zbylých šest již bylo testových. Přičemž tři testové úkoly obsahovaly auditivní podnětový materiál a další tři testové úkoly obsahovaly vizuální materiál.

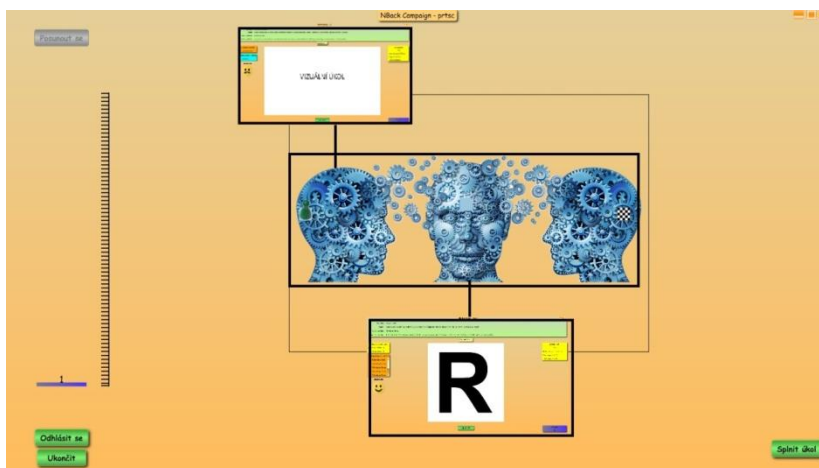
Jednotlivé úkoly byly odstupňovány dle míry abstrakce podnětového materiálu, který obsahovaly, viz tabulka: *Popis stupňů abstrakce podnětového materiálu*.

Jeden úkol se skládal ze tří polí. První pole obsahovalo pouze informaci, jaká modalita bude v následujících úkolech zapojena.

Druhé pole obsahovalo jednotlivé *řady* s podnětovým materiálem, kde docházelo k samotnému testování. Řady si lze představit jako jednotlivá kola, která musí respondent splnit. Všechny řady jednoho úkolu obsahovaly stejný typ podnětového materiálu.

Třetí pole nebylo potřeba odehrát, jednalo se o jakýsi rudiment programového rozhraní, které nebylo možné odstranit.

Obr. 3: Ukázka úkolu. Úkol s názvem „písmena“. Tři pole, které jsou ztvárněny hlavami – seznamovací pole, tréninkové pole a rudimentální pole. Jakmile respondent klikne na prostřední pole, otevře se mu hrací plocha, kde musí odehrát šest obrázkových řad (viz obr. 5) Každá řada v úkolu „písmena“ obsahuje pouze písmena.



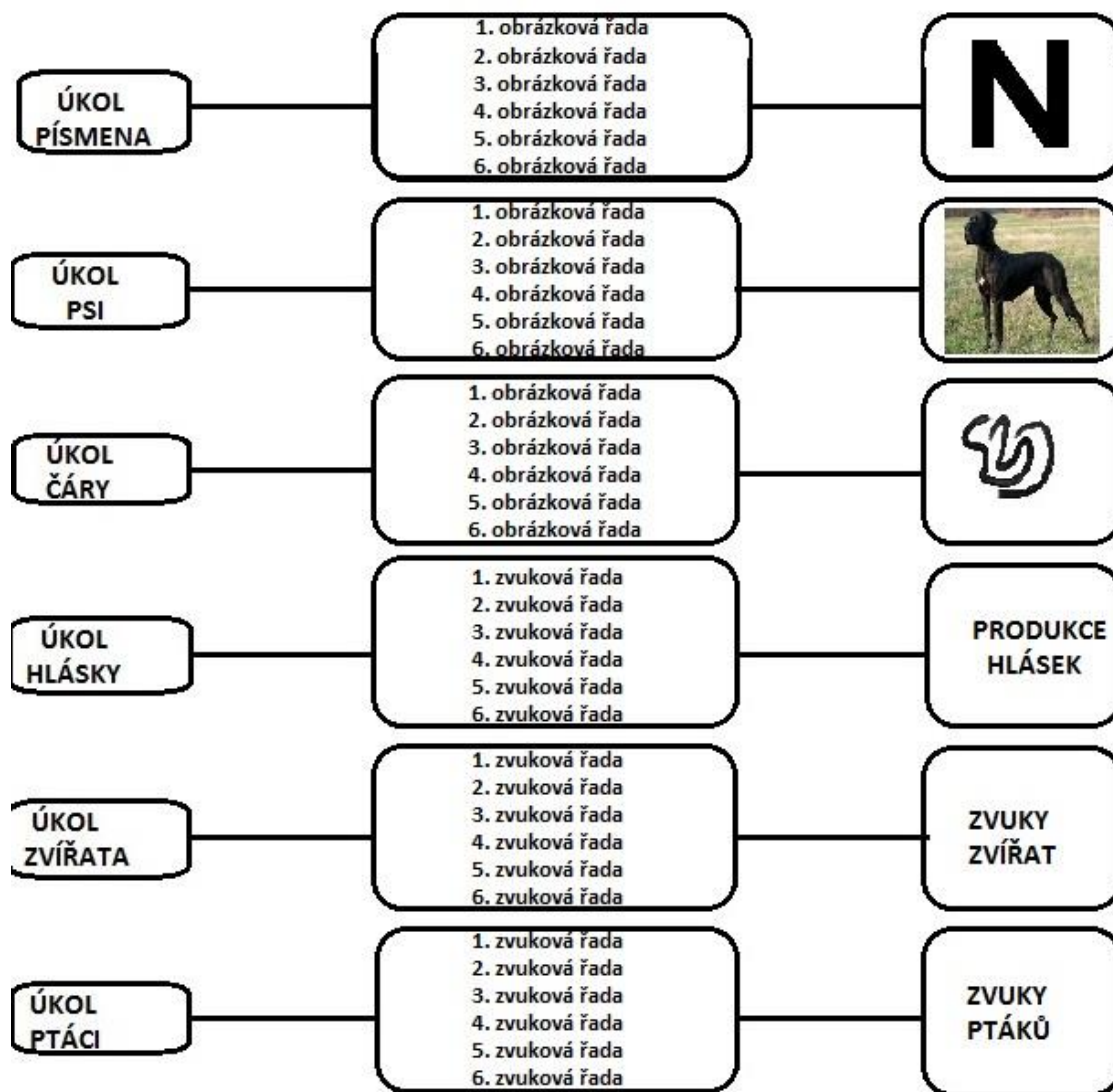
Obr. 4: Hrací plocha úkolu. V levé části monitoru, v oranžovém rámečku, se zobrazuje, kolikátou řadu respondent aktuálně hraje. Žlutý rámeček zobrazuje, kolik řad bylo splněno, (min. úspěšnost pro splnění je 76-100 %).



Popis řad

Jak již bylo zmíněno výše, každý ze šesti testových úkolů obsahuje šest řad. Tyto řady obsahují v rámci jednoho úkolu stejný podnětový materiál. Schéma struktury úkolů plus příklady podnětového materiálu jsou uvedeny v obr. níže.

Obr. 5: Schéma struktury úkolů.



Výhodou více řad je schopnost lépe diferencovat mezi výkony jednotlivých respondentů. Tato diferenciací je docílena adaptací úrovně řady na hráčův výkon, viz *tab.:* *Příklad hypotetického průběhu hry v rámci jedné mapy.*

Obtížnost první řady v jednotlivých úkolech byla nastavena na absolutní hodnotu, kde $n = 2$. Obtížnost dalších úkolů byla nastavena tak, aby se sama adaptovala na hráčův výkon.

Jakmile hráčův výkon obsahoval 0-75 % správných odpovědí, jeho úroveň klesla o -1. V případě, že hráč odpověděl s 90-100% úspěšností, jeho úroveň stoupla o +1. Pokud se výkon pohyboval mezi 76-89 %, úroveň hráče zůstává v dalším úkolu stejná.

Úroveň hry je v tomto programu odvíjena od konstanty n (počet kroků zpět). To znamená čím vyšší n, tím obtížnější je daný úkol, protože je potřeba si zapamatovat více položek.

Tab. 3: Příklad hypotetického průběhu hry v rámci jednoho úkolu, který obsahuje šest řad.

Pořadí podnětové řady	Úroveň	N	Správn st odpověd í	Změna úrovně
1.	úroveň 3	n= 2	95%	+1
			→	
2.	úroveň 4	n= 3	91% —	+1
3.	úroveň 5	n= 4	90% —	+1
4.	úroveň 6	n= 5	85% —	0
5.	úroveň 6	n= 5	70% —	-1
6.	úroveň 5	n= 4	80% —	0

Popis podnětového materiálu v úkolech dle stupně abstrakce

Nejprve popíšeme podnětový materiál dle jeho stupně abstrakce. Poté popíšeme, jakými obrazy nebo zvuky byl v našem programu daný stupeň abstrakce zastoupen.

Nejnižší, a tedy i nejlépe kódovatelný, byl první stupeň abstrakce. Jedná se o materiál, pro který existuje označení a toto označení je dobře známé. Zároveň vztah mezi vizuální/auditivní složkou a mentální reprezentací je do velké míry zautomatizovaný. V našem výzkumu je v auditivní rovině úkol reprezentován úkolem „hlásky“ a ve vizuální rovině úkolem „písmena“.

Druhý stupeň abstrakce odpovídá podnětům, pro které existuje označení. Nicméně k tomu, aby byl materiál dobře a jednoduše kódován, je zapotřebí větší kognitivní práce nebo znalost dané oblasti. Vztah mezi vizuální/auditivní složkou není zautomatizovaný a je zapotřebí většího úsilí ke kódování podnětů. Může se jednat např. o rasy psů, zvuky zvířat apod.

Třetím a tedy nejvyšším stupněm abstrakce je materiál, pro který neexistuje označení. Zde musí respondenti vynaložit maximální úsilí, aby si dané podněty mohli zakódovat. V tomto programu disponuje třetím stupněm abstrakce podnětový materiál se zvuky pěvců³ a dále čáry.

Tab . 4: Rozdělení podnětů dle míry abstrakce.

STUPEŇ ABSTRAKCE	VIZUÁLNÍ PODNĚTY	AUDITIVNÍ PODNĚTY
1. STUPEŇ	písmena	hlásky
2. STUPEŇ	psi	zvuky zvířat
3. STUPEŇ	čáry	zpěv ptáků

³ Předpokladem pro nejvyšší stupeň abstrakce je skutečnost, že testovaný nezná pojmenování příslušného materiálu. Avšak kdyby některý testovaný znal zpěv ptáků a dokázal by je v úkolu pojmenovat, došlo by tím ke snížení stupně abstrakce.

Popis podnětového materiálu v úkolech dle obsahu a modality v N-back Campaign

Podnětovým materiálem prvního cvičného úkolu byly kreslené obrázky zvířat. Jednalo se o zvířata dobře známá, a tedy i dobře kódovatelná. Následně respondenti přešli k druhému cvičnému úkolu, který obsahoval auditivní podnětový materiál. Jednalo se o hůře kódovatelný materiál (3. stupeň abstrakce), důvodem bylo, aby si respondenti vyzkoušeli i podněty s vysokým stupněm abstrakce. Zvuků v úkolu bylo patnáct a jednalo se o ruch města (autobus, semafor, trubení aut atd.).

Úkol s písmeny je prvním testovým úkolem s nejnižším stupněm abstrakce v rámci vizuálních podnětů. Materiál se dá dobře pojmenovat a následně i lépe vybavit. Obsahuje patnáct různých písmen bez diakritiky. Všechna písmena jsou černá na bílém pozadí.

Další úkol obsahuje obrazy psů. Jedná se o materiál, který odpovídá druhému stupni abstrakce. Znamená to, že kódovatelnost jednotlivých obrazů je oproti předchozímu úkolu ztížena. Hlavním rozdílem je předpoklad, že mentální reprezentace a názvy plemen nejsou všem testovaným automaticky dostupné. Úkol obsahuje patnáct různých plemen na podobném pozadí - zelená louka. Byla zde snaha, aby v pozadí nebyl žádný výrazný podnět, který by mohl respondentům v kódování pomáhat - cílem bylo, aby respondenti vnímali psa jako jedinou figuru.

Nejabstraktnější podněty v rámci vizuálního materiálu obsahuje úkol s názvem „čáry“. Úkoly obsahují patnáct různých černých obrazců na bílém pozadí. Všechny obrazce se skládají z dvou přibližně stejně dlouhých čar, které jsou do sebe různě zapletené. Cílem bylo vytvořit obrazce tak, aby na první pohled nic nepřipomínaly a respondenti museli vynaložit více úsilí k jejich zakódování. Čáry byly vytvořeny v PC programu malování.

Úkol s názvem „hlásky“ je analogická k úkolu „písmena“. Obsahuje patnáct zvuků, jejichž kódovatelnost by měla odpovídat prvnímu stupni abstrakce v rámci auditivních úkolů. Úkoly obsahují patnáct různých hlásek. Vybrány byly ty, které se od sebe nejvíce liší. Hlásky byly nahrány v programu *Audiocity*.

V úkolu s názvem „zvířata“ bylo nahráno patnáct zvuků různých zvířat, jednalo se o poměrně známá zvířata, jenž se od sebe dají dobře odlišit (kočka, pes, kuň, kráva, prase, syčení hada, slon, delfín atd.). Tento úkol by měl odpovídat druhému stupni abstrakce, tedy

podobné obtížnosti, jako je tomu u vizuální mapy „psi“. Jednotlivé zvuky byly staženy ze stránky: www.freesoundeffects.com⁴

Nejvyšší stupeň abstrakce obsahuje úkol s názvem „ptáci“. Předpokladem je, že jsou tyto podněty nejobtížněji kódovatelné, protože je velmi malá pravděpodobnost, že by si respondenti dokázali automaticky vytvářet mentální reprezentaci zvuku nebo tento zvuk pojmenovat. Úkol obsahuje zvuky patnácti ptáků, které byly staženy z webové stránky: www.orange-freesounds.com⁵

Testování N-back campaign

Testování probíhalo v osmi dnech na osobním počítači respondentů. V denní dobu, která jim osobně vyhovovala.

Během jednoho dne měli respondenti odehrát jeden úkol, který trval cca 6 min. Celé testování tedy trvalo 48 min. Respondenti úkoly plnili v pořadí A⁶ anebo pořadí B⁷.

Jako kompenzace za strávený čas byla respondentům nabídnuta tréninková mapa na míru, která bude vytvořena dle jejich individuálních výsledků v září 2017.

⁴ <https://www.freesoundeffects.com/free-sounds/animals-10013/>

⁵ <http://www.orange-freesounds.com/category/sound-effects/animal-sounds/bird-sounds/>

⁶ Nejprve byly odehrány dva testové úkoly poté: *čáry, psi, písmena, ptáci, hlásky, zvířata*.

⁷ Nejprve byly odehrány dva testové úkoly poté: *ptáci, zvířata, hlásky, čáry, písmena, psi*.

1.13 Popis metod užitých v rozšiřující části práce

Modality Test

Stěžejním zdrojem dat pro rigorózní práci se stal Modality Test. Jedná se o test, který z našeho pohledu slouží k mapování jednotlivých modalit pracovní paměti. Test obsahuje tři části:

- 1) Verbální
- 2) Auditivní
- 3) Kombinovanou

Každá z uvedených částí obsahuje sadu deseti úkolů se vzrůstající obtížností. Úkol se skládá ze dvou řad – řady A a řady B. Tzv. řada obsahuje jednotlivé položky vizuálního, auditivního nebo kombinovaného charakteru. Počet těchto podnětů se v testové části pohybuje mezi čtyřmi až pěti položkami. Jako první je vždy prezentována řada A, tedy 4-5 položek podnětového materiálu, následně je vložen interferenční materiál v podobě příkladu a poté je prezentována řada B. Respondenti měli po prezentaci řady A za úkol vypočítat příklad a následně odpovědět na to, zda se podněty v řadě B liší ve srovnání s řadou A, a to i s ohledem na jejich pořadí.

Popis podnětového materiálu v Modality Test

Všechny části testu obsahují podnětový materiál v prvním stupni abstrakce, tzn. podněty, které jsou dobře a automaticky kódovatelné.

První část Modality Testu obsahuje obrazy zvířat. Jedná se o dvacet známých zvířat. U všech zvířat bylo v programu *photoshop* odstraněno pozadí, aby nedocházelo k vytváření jiných vodítek v rámci vybavování podnětu.

Druhá část se skládala z názvů zvířat (např. pes, slon, koza, apod.), tak aby se zde zapojil auditivní kanál. Stejně jako u předchozí části, byla vybrána dobře známá zvířata. Tyto názvy byly nahrány v programu *powerpoint* a následně prezentovány na jednolitém pozadí, aby nedocházelo k aktivaci jiného, než auditivního kódování.

Třetí část obsahovala kombinaci verbálního a vizuálního kódu. Prezentovány byly obrazy zvířat současně s jejich názvem, např. v jeden okamžik byl promítán obraz kočky s nahrávkou slova „kočka“. Všechna zvířata se lišila od předchozích dvou částí, abychom tak eliminovaly faktor zácvičení.

V testu je dále vřazen interferenční materiál v podobě matematických příkladů. Jedná se o jednoduché matematické příklady s přechodem přes desítku v oboru 0-100.

Ukázka podnětového materiálu z části „zácvik“:

Řada A:

Respondentům jsou promítány podněty jeden po druhém. V řadě A ($n=2$) je nejprve promítnuta slepice, poté nosorožec. Každý podnět (vč. podnětů auditivních) je prezentován po dobu 3 sekund. V testové části jsou řady delší, obsahují 4 nebo 5 položek ($n=4/5$).



Interference:

Po promítnutí posledního podnětu z řady A, je následně po dobu tří sekund prezentován interferenční materiál v podobě jednoduchého matematického příkladu s přechodem přes desítku. Úkolem respondenta je příklad vypočítat a zapsat do svého záznamového archu k dané řadě.

$$21-6 = ?$$

Řada B:

Posledním krokem je postupná prezentace jednotlivých podnětů z řady B. Úkolem respondenta je určit zda se podněty (včetně jejich pořadí) liší či nikoliv.



Testování v Modality Test

Podnětový materiál byl prezentován skupinově na data projektoru a respondenti zaznamenávali své odpovědi do záznamového archu, (viz příloha).

Respondenti byli rozděleni do třech skupin a podnětový materiál byl u každé skupiny prezentován v jiném pořadí, abychom tak eliminovaly faktor zácvičení.⁸

Nejprve byl předložen vídeňský maticový test (dále jen VMT), poté následovala krátká pauza a následně proběhlo testování v Modality Testu. Celé testování (VMT + Modality Test) trvalo přibližně 55 minut.

VMT

K měření aktuálních rozumových schopností byl použit vídeňský maticový test (VMT).

Popis podnětového materiálu VMT

Vídeňský maticový test se skládá z 24 matic. Cílem respondentů je najít princip, kterým se celá matice řídí a následně vybrat obrazec, který tuto matici dle daného pravidla doplňuje. V testu je obsaženo několik pravidel, jenž určují vztah mezi obrázky v řadě nebo sloupci, jedná se o pravidla jako: „*distribuce symbolů v úloze, slučování symbolů, přibývání nebo úbytek těchto symbolů a jejich kombinace.*“ (Forman, s. 8).

Oproti Ravenovým progresivním maticím je podnětový materiál komplikovanější s následně větším výberem (a-h). Velkou výhodou testu jsou jeho aktuální normy, které byly vytvořeny testováním standardizačního vzorku, kde $n = 2248$.

⁸ 1.: vizuální subtest, kombinovaný subtest, auditivní subtest, čtení. 2.: kombinovaný subtest, vizuální subtest, auditivní subtest, čtení. 3.: auditivní subtest, vizuální subtest, čtení, kombinovaný subtest.

1.14 Zdroje dat

V této kapitole budou následně popsány jednotlivé zdroje dat, a to v pořadí, v kterém byly aplikovány.

N-back Campaign

Hlavním zdrojem dat se stal program N-back Campaign, jehož základní vlastnosti a princip jsou popsány v kapitole „Tréninkový program“.

Modality Test

Hlavním zdrojem rigorózní práce se stal testovací materiál Modality Test. Charakteristiky testu jsou popsány v kapitole „Modality Test“.

VMT Test

Tento jednodimenzionální test neverbální inteligence byl používán v rámci rigorózní práce v kombinaci s Modality Testem.

Reflexe úkolu

Po odehrání každého úkolu byli respondenti požádáni o krátkou reflexi odehrané mapy. Měli odpovědět na otázku: *„Jakým způsobem jste si daný materiál pamatovali? Pokuste se prosím popsat Vaši strategii.“* Tyto reflexe byly zaslány na e-mail trenink.pameti@seznam.cz, kde v případě neúplnosti odpovědi byly pokládány konkrétnější otázky. Avšak vzhledem k velkému množství e-mailů nebyly některé neúplné reflexe zcela podchyceny, což se projevilo v následném kódování odpovědí (viz kapitola „Zpracování dat“).

Dotazník

Další metodou byl krátký dotazník¹⁰, jenž byl utvořen za účelem zjištění subjektivního hodnocení obtížnosti jednotlivých map. Respondenti měli označit stupeň obtížnosti a tuto volbu zdůvodnit. Hodnocení obtížnosti probíhalo na škále 1-6. (*1 - úkol byl velmi snadný; 2 - úkol byl spíše snadný; 3 - úkol byl snadný; 4 - úkol byl spíše těžký; 5 - úkol byl těžký; 6 - úkol byl velmi těžký*).

Rozhovor

Vzhledem k tomu, že reflexe nebyly příliš obsáhlé, byl potřeba detailnější popis těchto strategií. Zvolili jsme proto polostrukturovaný rozhovor, kterého se zúčastnilo 12 respondentů.

Výběr byl cílený – snahou bylo vybírat respondenty dle jejich strategie kódování a vybavování, a zároveň bylo přihlíženo k *celkovému skóru*¹¹.

Výkony všech respondentů byly seřazeny od nejlepšího výkonu po nejhorší, a byli vybíráni ti z prvních míst, posledních míst a průměrným umístěním. Dále jsme sledovali i homogenitu výkonu v jednotlivých úkolech, preferovali jsme respondenty s nerovnoměrnými *úkolovými skóry*.¹²

Rozhovor se skládal z *obecných otázek* týkajících se obecné roviny trénování, např: Jak jste řešil úkol x?, co Vám v tom pomáhalo?, co Vám přišlo náročnější a proč?) a *otázek specifických*, které vyplývaly ze zaslaných reflexí např.: V reflexi uvádíte, že si pamatuje pouze obraz, můžete mi to prosím více popsat?

Pro účely rozhovoru byla vytvořena „*Připomínková mapa*“ obsahující šest hracích polí. Každé pole obsahovalo jeden úkol z testových map (písmena, psi, čáry, hlásky, zvířata, ptáci). Délka úkolu byla nastavena na 40 sekund. Cílem této mapy bylo, aby si proband úkoly připomněl a byl schopen hovořit o svých strategiích. Rozhovor byl realizován tak, že nejprve se odehrálo jedno pole s úkolem a následně se o tomto úkolu mluvilo – tedy šlo nám o to, aby se o strategiích hovořilo bezprostředně po odehrání úkolu.

Kromě „*Připomínkové mapy*“ byly utvořeny karty s vizuálními podněty z tréninkových úkolů. Během popisu strategií jsem zadávala N-back úkoly pomocí tištěných

¹⁰ Viz příloha

¹¹ viz kapitola „Výpočet skóru“

¹² viz kapitola „Výpočet skóru“

kartiček a žádala probandy, aby mi sdělovali, na co právě myslí nebo co se jim honí hlavou. Kartičky s podněty byly vytvořeny až na základě zjištění, že někteří probandi nejsou schopni hovořit o svých myšlenkových procesech a jejich schopnost metakognice je pro popis strategií nedostačující. Problémem kartiček však bylo to, že na nich bylo možné vyjádřit pouze vizuální část podnětů. K překonání problému snížené metakognice v souvislosti s auditivním typem úkolů jsem využila pořadí otázek v rozhovoru. Nejprve jsme hovořili o vizuálních úkolech, kde byly využívány podnětové karty. A až poté jsme hovořili o úkolech auditivních – respondentům se tak lépe dařilo strategie popisovat, protože věděli, jakým způsobem o své pracovní paměti uvažovat.

1.15 Zpracování dat

Statistické zpracování

Normalita kvantitativních dat byla testována pomocí Shapiro-Wilkova testu. Normální rozložení se prokázalo v případě výsledků trénování a inteligence, ale nikoliv v případě dotazníku nebo Modality Testu.

Při statistickém zpracování výsledků testů byly tedy voleny jak parametrické, tak neparametrické metody. Rozdíly mezi dvěma závislými soubory (skóry auditivních a vizuálních úkolů) byly porovnávány pomocí t-testu pro dva závislé soubory. Rozdíly mezi dvěma nezávislými soubory (ženy vs muži) byly porovnávány pomocí t-testu pro dva nezávislé soubory. Rozdíly mezi více závislými soubory (jednotlivé úkoly) byly hodnoceny pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu s opakováním a v rámci post hoc analýzy následně posuzovány pomocí Fischerova LSD testu. Rozdíly mezi více nezávislými soubory (vliv vzdělání) byly posuzovány pomocí jednorozměrné analýzy rozptylu (bez opakování). Při statistickém zpracování výsledku dotazníku byla použita Friedmanova ANOVA a následně Wilcoxonův test a to z důvodu neprokázané normality dat. Při sledování rozdílu mezi jednotlivými skóry v Modality Testu byla použita Friedmanova ANOVA. Pro určení rozměrového efektu byl použit Speramanův korelační koeficient.

Rozdíly byly brány jako signifikantní na 5% hladině významnosti. V grafech používáme toto značení * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. Data jsou uváděna jako aritmetický průměr a \pm směrodatná odchylka. Statistické analýzy byly provedeny převážně pomocí softwaru Statistica 6.1 (StatSoft, Tulsa, UK).

Výpočet skóre z N-back Campaign

Abychom dosáhli hodnot, které je možné mezi sebou porovnávat, bylo potřeba převést *výkony* jednotlivých respondentů na skóre. Postupovali jsme podle následujícího vzorce:

$$Vř = SO \times U,$$

kde $Vř$ je výkon respondenta v jedné řadě. Konstanta SO je počet správných odpovědí v dané řadě a U je úroveň, v které byla daná řada odehrána. Výkon v řadách ($Vř$) byl spočítán pro každou řadu zvlášť a následně byl spočítán výkon celého úkolu, k tomu byl použit vzorec:

$$\acute{U}S = Vř1 + Vř2 + Vř3 + Vř4 + Vř5 + Vř6,$$

kde $\acute{U}S$ je skóre v konkrétním úkolu (čáry, psi, písmena, ptáci, zvířata, hlásky) a čísla 1-6 je označeno pořadí řady.¹³ Tímto jsme získali jasnou představu o výkonu každého respondenta, což bylo důležité pro následné ověření *vlivu abstrakce*.

Pro porovnávání podnětového materiálu v rámci modalit zraku a sluchu bylo potřeba vypočítat skóre pro úkoly obsahující podnětový materiál v dané modalitě, což nám umožnilo ověření *vlivu modality*:

$$AS = Spt + Sz + S\acute{u}h,$$

kde AS je auditivní skóre, Spt je Skóre v úkolu ptáci, Sz odpovídá skóru v úkolu zvířata a Sh odpovídá skóru v úkolu hlásky. Pro modalitu zraku byl použit výpočet:

$$VS = S\acute{c} + Sps + Spi,$$

kde VS je vizuální skóre, $S\acute{c}$ odpovídá skóru z úkolu čáry, Sps je skóre z úkolu psi a Spi je skóre v úkolu písmena.

V neposlední řadě byl vypočítán i celkový skóre, který byl důležitý pro výběr respondentů k rozhovorům:

$$CS = S\acute{c} + Sps + Spi + Spt + Sz + Sh,$$

kde CS je skóre celkového výkonu.

¹³ každý úkol obsahoval šest řad

Výpočet skóru z Modality test

Abychom dosáhly i hodnot, které je možné mezi sebou porovnávat, bylo potřeba převést jednotlivé výkony respondentů na skóry.

Každá část N-back modality testu se původně skládala z deseti testových úkolů se vzrůstající obtížností. Míra obtížnosti je daná počtem položek v jedné řadě – stejně jako tomu bylo v N-back campaign. Nicméně ukázalo se, že zácvik byl pro některé respondenty příliš krátký. Z tohoto důvodu byly další tři úkoly, jenž byly původně testové, vřazeny do položek zácvičných. Ve finální podobě se test skládal ze zácvičné části, obsahující pět úkolů, a testových položek, obsahující sedm úkolů. Těchto sedm testových úkolů mělo dvě úrovně obtížnosti v závislosti na počtu položek v řadě.

Zácvik

Prvních pět úkolů obsahuje v řadách pouze dvě až tři položky ($n=2,3$). Zácvičné úkoly tedy celkem obsahují 14 položek, kde se respondent rozhoduje, zda je aktuálně promítaný podnět shodný nebo rozdílný s řadou A. Tato část nebyla započítávána do skóru daného respondenta.

Úroveň jedna

První čtyři úkoly obsahují v řadách čtyři položky ($n=4$). Tato úroveň tedy obsahuje 16 položek, kde se respondent rozhoduje o shodě či rozdílu podnětů s řadou A. Každá správná odpověď je hodnocena dvěma body. Maximum dosažených bodů je 32.

Úroveň dva

Poslední tři úkoly obsahují v řadě pět položek ($n=5$). Třetí úroveň tedy obsahuje 15 položek. Za každou správnou odpověď je respondent hodnocen třemi body. Celkem lze za tuto část získat 45 bodů.

V každé části (vizuální, auditivní, kombinované a čtení) lze tedy získat maximum 77 bodů.

Interference

Mezi promítanou řadou A a B je umístěna interference (jednoduchý matematický příklad), respondent měl za úkol správný výsledek zaznamenat do svého záznamového archu. V případě neúspěchu – špatného výsledku, nebyly započítávány body za celou řadu.

Výpočet skóre z VMT

Hrubý skóre, kterého respondenti dosáhli v testu, byl převeden dle tabulek na IQ dle norem pro věk do 18 let. Standardizační vzorek pro tuto věkovou skupinu obsahoval 601 probandů.

Výpočet skóre z dotazníku

Škála byla pro větší přehlednost a čitelnost převrácena.¹⁴ Výsledek hodnocení v daném úkolu (čáry, psi, písmena, ptáci, zvířata, hlásky) je nazván *úkolový skóre hodnocení*.

Výsledek hodnocení v modalitě zraku je nazván jako *vizuální skóre hodnocení*. Tento skóre je vypočítán jako součet všech úkolových skóre hodnocení u úkolů „čáry“, „psi“, „písmena“.

Výsledek hodnocení v auditivních úkolech je vypočítán jako součet všech úkolů související s modalitou sluchu (pěvci, zvířata, hlásky). Tato hodnota je nazvána jako *auditivní skóre hodnocení*.

Otevřené kódování

Ke zpracování reflexe bylo využito otevřené kódování, které umožňuje tematické rozkrytí analyzovaného textu. První fází analýzy bylo seřazení reflexí dle jednotlivých úkolů, což dalo za vznik šesti skupinám. V každé skupině bylo padesát reflexí, nicméně některé reflexe nebylo možné použít k analýze, protože se nevztahovaly k tématu strategií, ale spíše ke konstatování obtížnosti úkolu.

Druhou fází byla samotná analýza textu. Celkem bylo v každé skupině zanalyzováno mezi 29-42 reflexí.

Analýza rozhovoru

Rozhovory byly se souhlasem respondentů nahrávány. Následně byly přepsány ty části rozhovorů, kde se mluvilo o strategiích. Tyto části byly dány do souvislosti s reflexemi, čímž došlo k většímu vhledu do toho, co se pod těmito strategiemi skrývá za procesy.

Proces analýzy reflexí a rozhovorů

¹⁴ Tzn.: 6 - úkol byl velmi snadný; 5 - úkol byl spíše snadný; 4 - úkol byl snadný; 3 - úkol byl spíše těžký; 2 - úkol byl těžký; 1 - úkol byl velmi těžký.

Obsahová analýza byla realizována nejprve v rámci reflexe, poté v rámci rozhovoru. Postup byl následující:

- 1) První fází bylo otevřené kódování reflexí: cílem této fáze je tvorba kategorií, které pomáhají vidět téma v celku (Hendl, 2005). Tento seznam kategorií byl postupně tříděn a organizován v další analýze.

V textu bylo identifikováno dvanáct kategorií, jež se týkaly strategií řešení N-back úloh:

- I. Předjímání
- II. Skupiny
- III. Intuice
- IV. Asociace
- V. Pojmenovávání
- VI. Vizually
- VII. Auditivně
- VIII. Fonologicky
- IX. Kotvení na prstech
- X. Sledování pořadí podnětů
- XI. Počítání
- XII. Mentální tabulka

- 2) Každé kategorii byla přiřazena barva.

3) Tyto kategorie byly následně spojeny do třech nadřazených skupin, které reprezentovaly proces řešení N-back úloh.

- I. Strategie vybavování
- II. Strategie kódování
- III. Mnemotechnické pomůcky

4) Z audionahrávky byly přepsány části rozhovorů, které se týkaly výše popsaných kategorií.

5) Přepsané nahrávky byly kódovány pomocí barevných značek. Barevně vyznačený text byl přiřazen k dané kategorii (viz bod 1.), která byla identifikována v reflexích. Tímto způsobem došlo k zjemnění deskriptivního systému. Tento způsob kódování Hendl nazývá

kódováním selektivním: „Výzkumník hledá případy, jež ilustrují témata, provádí porovnávání a kontrasty“ (Hendl, 2005, s. 251).

6) Tyto vzniklé kategorie jsou blíže popsány a uvedeny v následujícím textu, spolu s přímými citacemi respondentů. Díky selektivnímu kódování mohlo dojít k operacionalizaci kategorie, čímž byla zajištěna vyšší validita.

Výzkumný vzorek

1.16 Výzkumný vzorek A

Výzkumný vzorek A se účastnil:

- 1) trénování v programu N-back Campaign;
- 2) vyplnění dotazníku ohledně obtížnosti tréninkového programu.

Celkem se výzkumu zúčastnilo 50 respondentů (15 mužů; 35 žen; průměrný věk 28,04 \pm 7,6 (50)).

Tab. 5: Popisné charakteristiky respondentů.

Vzdělání	Četnost	M	F	Věk
SŠ	8	5	3	30,1 \pm 7,3
VŠ	20	7	13	31,9 \pm 8,1
sVŠ	22	4	18	22,8 \pm 1,8
Celkem	50	16	34	28,3 \pm 7,6

M – muži

F – ženy

Vzhledem k tomu, že program N-back Campaign je koncipován jako tréninkový program, lze očekávat, že by zde mohl hrát roli efekt zácviu.¹⁵ Efekt zácviu jsme se snažili

¹⁵ Efektem zácviu je myšleno to, že by pořadí významně ovlivnilo výkon v jednotlivých úkolech.

minimalizovat tím, že jsme respondenty rozdělili do dvou skupin a každé z nich předložili úkoly v jiném pořadí.¹⁶

Analýzou rozptylu nebyly potvrzeny rozdíly mezi skupinami respondentů s různými typy vzdělání. Z výsledků jednorozměrné analýzy rozptylu bez opakování bylo zjištěno, že vliv vzdělání na výkon pracovní paměti nemá vliv. Oproti tomu se prokázala záporná závislost na věku ($r=-0,33$). Mladší respondenti tedy dosahovali lepších výsledků než respondenti starších.

Další sledovanou charakteristikou byla role pohlaví. Stejně jako u vzdělání, ani zde se neprokalal statisticky významný rozdíl mezi ženami a muži. Proto se dále touto oblastí nezabýváme.

1.17 Výzkumný vzorek B

Druhý výzkumný vzorek obsahoval 62 respondentů (38 žen; 24 mužů; průměrný věk: $16,5 \pm 0,7$; průměrné IQ: $109,3 \pm 12,6(62)$). Všichni respondenti byli studenti šestiletého nebo čtyřletého gymnázia. Respondenti se účastnily testování v:

1) Modality Test

2) VMT.

Vzdělání	Četnost	IQ	Věk
F	38	$111 \pm 11,9$	$16,5 \pm 0,6$
M	24	$106 \pm 13,3$	$16,5 \pm 0,8$

M – muži

F – ženy

¹⁶ 1. Skupina odehrála úkoly v pořadí: čáry, psi, písmena, ptáci, hlásky, zvířata. 2. Skupina odehrála úkoly v pořadí začínajícím opačnou modalitou (sluch). Úkoly byly v 2_ES seřazeny analogicky k míře abstraktnosti z 1_ES, tzn.: ptáci, zvířata, hlásky, čáry, písmena, psi.

Výsledky kvalitativní analýzy

V této části práce budou prezentovány výsledky výzkumu, týkající se kvalitativní analýzy dat. Data, jež byla kvalitativně analyzována, byla získána na základě reflexe¹⁷, kterou respondenti po každé odehrané mapě napsali¹⁸. Dále byly tyto reflexe doplněny o rozhovory, kterých se účastnilo 12 respondentů.

Na základě analýzy reflexí z jednotlivých úkolů bylo získáno 8 různých strategií, které jsou užívány ke kódování nebo vybavování podnětů v N-back úlohách. Tyto strategie byly seřazeny do dvou kategorií dle toho, k jakému procesu se vztahují (kódování, vybavování). Dále byly tyto strategie více popsány díky rozhovorům s respondenty.

Taktéž zde vzniklo pět dalších strategií, které nebylo možné zařadit do procesu zapamatování, neboť by se daly zařadit do více procesů. Jinými slovy tyto strategie jsou pervazivní a uplatňují se jak u kódování, tak uchovávání, ale i vybavování. Z toho důvodu byla vytvořena i třetí kategorie s názvem mnemotechnické pomůcky.

V následujícím textu jsou strategie detailně popsány a obohaceny o citace z rozhovorů. Ke každé citaci je uveden kód, který reprezentuje daného probanda, aby byla zachována anonymita respondentů.

¹⁷ Respondentům byla položena otevřená otázka: Jak ses snažil si dané úkoly pamatovat? Zkus popsat strategii, jakou jsi při zapamatování uplatňoval.

¹⁸ Nevýhodou této reflexe, která se založila na otevřené otázce, bylo to, že při kódování chyběla data. Na druhou stranu, otevřená otázka měla tu výhodu, že umožňovala respondentům popsat strategie vlastními slovy a nedocházelo k sugesci přejatých konceptů.

Tab. 6: Strategie uplatňující se během řešení N-back úkolů

STRATEGIE					
KÓDOVÁNÍ	Asociace	Pojmenování	Vizuálně	Auditivně	Fonologicky
VYBAVOVÁNÍ	Předjímání	Řady	Intuice		
MNEMO-TECHICKÉ POMŮCKY	Kotvení na prstech	Počítání	Sledování pořadí podnětů	Mentální tabulka	Zkracování slov

Celkem bylo tedy identifikováno třináct různých strategií, které respondenti užívali k řešení N-back úloh. V několika případech byly strategie kombinovány. Zejména se jednalo o kombinaci strategií sofistikovanějších a tedy i náročnějších na pracovní paměť, např. strategie pojmenování, se strategiemi jednoduššími, avšak kognitivně úspornějšími, např. strategie intuice. V tomto případě byla respondentovi přiřazena náročnější strategie, protože klíčové je to, že náročnější a efektivnější strategii respondent zná a umí ji aplikovat. Zároveň se domníváme, že strategie „intuice“ je přirozená pro všechny respondenty ve chvíli, kdy daná řada přesahuje kapacitu pracovní paměti. Otázkou tedy není, zda respondent používá strategii „intuice“, ale kdy tuto strategii začne využívat.

1.18 Popis strategií vybavování

V následující kapitole budou popsány identifikované kategorie týkající se procesu vybavování. Tyto kategorie jsou následně doplněny o přímé citace z rozhovorů.

Jsme si vědomi omezení, které s sebou kvalitativní výzkum přináší, a proto je každá kategorie v úvodu operacionalizována, abychom tak zajistili vyšší validitu.

Skupina týkající se strategií vybavování obsahuje tři kategorie:

1) Předjímání: Základním principem předjímání je snaha o anticipaci následujícího podnětového materiálu a to tak, že si respondenti vytvářejí skupinu jednotlivých podnětů, které se v řadě objevily. Důležitým kritériem je, že si zapamatování si přesného pořadí konkrétních podnětů v dané N-skupině¹⁹, čímž je docílená schopnost anticipovat nadcházející podnět.

2) Skupiny: Cílem strategie je schopnost si vybavit, zda se aktuální podnět, promítající se na obrazovce, zobrazil v několika posledních krocích²⁰ bez ohledu na jejich pořadí. Respondenti jsou schopni jmenovat podněty v dané N- skupině²¹, nicméně nejsou schopni je reprodukovat v jejich pořadí.

3) Intuice: Zde respondenti nejsou schopni spontánně jmenovat podněty v N- skupině, nicméně při znovuvybavení dokáží reagovat na to, zda se podnět v N- skupině vyskytl či nikoliv.

Předjímání

Z operacionalizace kategorie vyplývá, že klíčová je schopnost si pamatovat danou N-skupinu, a to v jejím přesném pořadí.

POHPAV: Bylo to hlavně o tom si zapamatovat daný vzorec, v tomto případě vždy dvě písmena (U,B,U,B...) a snažit se postřehnout změny ve vzorci. A následně jsem srovnával, jestli to písmeno, co je na obrazovce, odpovídá nebo neodpovídá.

¹⁹ N - skupina je skupina s počtem podnětů odpovídající velikosti N. Jinými slovy, pokud N skupina je rovna třem, respondent si pamatuje vždy poslední tři podněty.

²⁰ počet kroků je závislý na velikosti N. To znamená, že pokud N=3, tak respondent srovnává aktuální podnět s posledními třemi podněty.

Tato strategie byla využívána s největší četností, avšak respondenti se lišili v tom, do jaké úrovně byli schopni tuto strategii udržet.

VACVER: ... to se dá, když tam jsou dvě nebo tři, ale pak už se to nedá, tak jsem si pamatovala hlavně to první a ten zbytek už byl spíš intuitivní.

Zapamatování podnětů v konkrétním pořadí umožňovalo tyto podmínky velmi efektivně předjímat. Výhodou této strategie je eliminace chyb v hlášení, avšak za cenu větší zátěže na pracovní paměť. Velkou zátěží na paměť je neustálá aktualizace nebo nové vytváření řady, kdy kromě sledování hlášení shody musí respondent reagovat i na aktuálně se zobrazující podněty.

VACVER: Už jsem si nepamatovala, co je přesně v té řadě. Ze začátku řady jsem se dobře orientovala, někdy jsem si pomáhala i na prstech. Ale zároveň jsem se hrozně soustředila na ta první písmena a nedokázala jsem se posouvat v té řadě a už vůbec ne tvořit nějaká očekávání, co bude.

KRALUC: Když se sekvence těch čtyř změnila, tak bylo náročnější tu představu změnit. Já vlastně, když si to písmeno řeknu, tak tím zaměstnám tu mysl natolik, že je pro mě náročnější vyměnit to nové písmeno za ten starý vjem.

Strategie předjímaní je v rámci N-back úloh realizována dvěma odlišnými způsoby. První způsob je udržení jedné řady, která se neustále aktualizuje. Jinými slovy respondent pouze obměňuje staré podněty, které se už znova nezobrazily, za ty aktuálně zobrazené.

Druhý způsob předjímaní bylo kódování podnětů vždy od začátku, tedy místo aktualizace docházelo k vytváření nové řady. Příklad prvního způsobu kódování si lze ukázat na respondentce KRALUC:

Respondentce jsem předkládala vytištěné kartičky s materiálem, respondentka dostala tyto instrukce: „Teď před tebe budu pokládat kartičky s písmeny, tvým úkolem bude si opět pamatovat písmena, které jsem předložila o tři kroky zpět. Zároveň po tobě chci, abys mi říkal vše, co se v tobě odehrává, ideálně vše říkej nahlas. Písmena byla prezentována v tomto pořadí: A-G-C-D, A-F-C-D, Z-F-C-O

KRALUC: Teď si říkám A...teď A,G...A,G,C...A,G,C,D ...teď vím, že má přijít to A. Teď přijde G ..to je špatně (bylo ukázáno F), tak si řeknu A, F,C,D ... a zase očekávám to C...teď D. Z je špatně mělo být A, takže si řeknu Z,F,C,D...atd.

Respondentka se tedy vždy soustředila na změnu v řadě, kterou se snažila vždy včlenit do již vytvořené řady písmen. Oproti tomu druhý způsob nespočívá v této aktualizaci, čímž by se mohlo zdát, že dojde k ušetření kapacity pracovní paměti. Avšak za cenu, že k dalším řadám přistupuje jako k úplně novému uskupení. Popis druhého způsobu je patrný u respondentky V:

VACVER: To, že jsem si je přeříkávala, věděla jsem, že si musím pamatovat dvě, například pamatoval jsem si J,K, pak jsem se posunula a pamatovala jsem si třeba J,M...takže tou řadou jsem se jakoby posouvala.

Skupiny

Respondenti s touto strategií vybavování si dle velikosti N vytvářeli skupinu jednotlivých podnětů a ve chvíli, kdy měli hlásit shodu, se snažili o znovuvybavení.

Tedy hlavním principem bylo, zda se daný podnět vyskytl či nevyskytl v dané n – skupině. Nevýhodou této strategie oproti předjímání bylo, že neumožňoval odlišit změnu pořadí v dané skupině podnětů a docházelo tak k větší chybovosti.

Tuto strategii užívali respondenti ve vyšších úrovních, kdy jim už kapacita pracovní paměti neumožňovala předjímání.

VACVER: ...to se dá²², když tam jsou dvě nebo tři, ale pak už se to nedá, tak jsem si pamatovala hlavně to první a ten zbytek už byl spíš intuitivní.

Z popisu respondentky je patrné, že tato strategie je jakýmsi mezistupněm mezi strategií „předjímání“ a strategií „intuice“. Tedy, že je zde třeba stále vnímat řadu jako určitý celek, ale vzhledem k vysokému počtu n je náročné předjímání konkrétní podněty.

Intuice

Respondenti si nepamatovali jednotlivé řady, ale pouze se řídili intuicí. Zprv ji respondenti používají u podnětů, které se sice daly dobře kódovat, ale zároveň už řada přesahovala kapacitu jejich pracovní paměti. V tomto případě popisují intuici jako odhadování doby, kdy se daný prvek vyskytl.

²² Respondentka měla na mysli předjímání.

POHPAV: Snažím se odhadnout, jestli se ten znak, který se momentálně promítá, objevil před určitou dobou, která odpovídala tomu n.

V případě, že podněty byly špatně kódovatelné, intuice fungovala pouze na odhad, zda se podnět vyskytl či nevyskytl. Toto rozhodování již neobsahovalo ani časovou osu.

KRALUC:...kolikrát jsem se v tom ztratila, když mi ty čáry nic nepřipomínaly. Když se mi tam ukázala ta nová, tak jsem jenom hádala, jestli jsem ji už viděla nebo ne.

Z tabulky je patrné, že tato strategie převládala u podnětů s 3. stupněm abstrakce, tento nejvyšší stupeň odpovídá mapám „ptáci“ a „čáry“.

Tab. 7: Počet respondentů v jednotlivých mapách v souvislosti se strategiemi vybavování.

STRATEGIE VYBAVOVÁNÍ				
TYP ÚKOLU	N	ŘADY	PŘEDJÍMÁNÍ	INTUICE
ČÁRY	29	8	10	11
PSI	32	1	25	6
PÍSMENA	28	1	23	4
PTÁCI	33	1	15	17
HLÁSKY	31	2	24	5
ZVÍŘATA	30	1	26	3

1.19 Popis strategií kódování

V této kapitole budou nejprve operacionalizovány kategorie vztahující se k procesu kódování a následně budou tyto kategorie detailněji rozpracovány a doplněny o přímé citace z rozhovorů.

1) Asociace: Základním principem je připodobnění podnětového materiálu ke konkrétnímu předmětu, který si respondent následně uchovává. Na tvoření asociací se podílí individualita každého respondenta a vytvořená asociace je tak produktem kreativity, fantazie a zkušeností.

2) Pojmenování: Klíčovou schopností je vyhledávání adekvátních názvů v dlouhodobé paměti, které jsou následně přiřazeny k danému podnětu.

3) Vizuálně: Daný podnět je kódován pouze zrakově, bez toho, aby bylo potřeba si ho blíže pojmenovat. Respondenti si vytvářejí aktuální zrakovou reprezentaci podnětového materiálu a to tak, že se zaměřují na podnět samotný a nevyužívají vyhledávání v dlouhodobé paměti.

4) Auditivně: Daný podnět se kóduje pouze sluchově. Mentální reprezentace je závislá pouze na daném podnětu, bez potřeby ji dále kategorizovat a dávat do souvislostí. Tedy není potřeba vyhledávat v dlouhodobé paměti. Reprodukce zvuku se děje pomocí subvokální artikulace, přičemž je tato reprodukce často velmi nepřesná a schematická a nelze vystihnout zvuk v celé jeho komplexnosti.

5) Fonologicky: Kódování probíhá na základě sluchového kanálu a následně je zvuk transformován do motorické složky, a to pomocí subvokální artikulace. Zároveň je zvuk vícekrát opakován, aby nedošlo k vyhasínání paměťové stopy. Tato strategie je používána u méně komplexních zvuků, proto lze subvokální artikulaci využít velmi efektivně.

Asociace

Strategie „asociace“ je typická pro materiál s nejvyšším stupněm abstrakce. Respondent ve snaze o uchování obrazu/zvuku si potřebuje daný podnět blíže popsat, aby došlo k vytvoření jasnější mentální představy daného materiálu. Tedy hledá podobnost mezi podnětem a objektem, který dokáže verbálně pojmenovat.

BARKLA: ...podle toho, co mi připomínají, třeba písmeno V nebo nějaké srdíčko... když jsem tam nenašla žádný vzorec, tak úplně vizuálně jsem nevěděla...

Pokud není vztah mezi podnětem a mentální reprezentací automatický a je potřeba k vytvoření této představit více práce, projeví se to negativně v následujícím znovuvybavení.

POHPAV: některé ty čáry byly hodně podobné, a když jsem třeba ty čáry pojmenoval podle stejného prvku, tak jsem to pak popletl ...takže bylo to hodně i o tom si to správně pojmenovat.

Nevýhodou této strategie je, že zaměstnává velkou část pracovní paměti, kdy respondent porovnává podnět a různé objekty dostupné v dlouhodobé paměti. V rozhovorech bylo často popisováno, že ve snaze přiřadit podnětu smysl, docházelo ke ztrátě přehledu o následujících promítaných podnětech.

POHPAV: Klíčovým momentem bylo najít prvek, podle kterého ty čáry pojmenovat...to bylo asi to nejtěžší, ve chvíli, kdy jsem musel vymýšlet názvy a současně si je už i pamatovat včetně toho pořadí.

Oproti strategii „pojmenování“ se zde uplatňuje větší míra kreativity a vztah mezi mentální reprezentací a podnětem není konvenční, ale spíše arbitrární - závisející na individuálních rozdílech jednotlivých respondentů.

Pojmenování

Jedná se o nejčastěji užívanou strategii v rámci kódování 1. a 2. stupně abstrakce. A to jak u vizuálního podnětového materiálu, tak u auditivního. Výjimkou je mapa „hlásky“, kde převažuje strategie fonologická.

Hlavním principem této strategie je přiřazení danému podnětu název. Výhodou této strategie je, že se může opírat o dva kanály – např. vidím labradora (zrak) a zároveň si ho označím jako labradora (fonologická smyčka) nebo slyším slona (sluch) a při pojmenování zvuku dojde k aktivaci mentální reprezentace slona (zrak). Přiřazování významu se děje, stejně jako u strategie „asociace“, za pomoci vyhledávání v dlouhodobé paměti.

POHPAV: Vždycky jsem si vytvořil v hlavě to pojmenování pro ten obrázek, abych si pak mohl vytvořit zase ten vzorec.....a někdy nešlo o název zvířete, ale pojmenování toho zvuku svými slovy, když jsem slyšel kohouta, řekl jsem si kykyryký, ale pak jsem si říkal třeba kráva, delfín atd.

Avšak zásadním rozdílem mezi asociacemi a pojmenováním je to, že vztah mezi podnětem a mentální reprezentací je, v rámci pojmenování, daný spíše konvenčně, to znamená, že většina respondentů se shodne na významu daného podnětu. A není potřeba fantazii využívat v tak velké míře.

Oproti fonologické strategii lze pojmenování uplatnit, jak u auditivního, tak u vizuálního podnětu. Avšak oproti fonologické strategii je zde větší tlak na pracovní paměť a může dojít k rychlejšímu zahlcení informacemi a ztrátě orientace v řadě.

VACVER: ...Ale vůbec jsem nestihla tu řadu, protože natolik mě zaměstnalo pojmenovávání těch zvuků, že pak už jsem spoléhala jen na ten zvuk...

Vizuálně

Tento typ strategií bývá užíván zejména tehdy, když se u vizuálních podnětů nedaří najít adekvátní pojmenování nebo jej respondent nezná. Jako příklad je níže uveden úryvek z rozhovoru:

KRALUC: Tak tady už to bylo čistě vizuální, protože ty rasy psů vůbec neznám. Ale zase ten mozek přemýšlí, má přijít tady ten a tady ten.

JÁ: Dobře, zase si to vyzkoušíme, jo? Teď zkusíme o dva kroky zpět. (Následně jsou prezentovány tyto dvě řady: Doga – chrt—vlčák a yorkshir – chrt – vlčák)

JÁ: Jak se to snažíš kódovat? Co ti teď probíhá hlavou?

KRALUC: Černý pes.

JÁ: A to si říkáš „černý pes“?

KRALUC: Ne ne, jen prostě vidím ten obraz...

Tento typ strategie lze využít pouze u vizuálních map (čáry, psi, písmena). U map s 1. a 2. stupněm abstrakce se tato strategie vyskytovala v poměrně malém zastoupení. Vysvětlujeme si to tak, že respondenti dokázali najít názvy, a upřednostňovali proto strategii pojmenováním.

Velký počet respondentů, využívající tento typ strategie, se objevil u mapy s nejvyšším stupněm abstrakce – u mapy „čáry“. Vysvětlení tohoto jevu jsme objevili v rozhovorech, kde respondenti uvádějí, že nebyli schopni obrazce blíže pojmenovávat, a proto se uchýlili k této strategii.

VYBVER: ...no hlavně, co mi to připomíná, a když mi to nic nepřipomínalo, tak jsem jela jenom podle toho obrazu.

Tato strategie se dala dobře využít v mapě s nejvyšším stupněm abstrakce, protože nezatěžuje tolik pracovní paměť vyhledáváním v dlouhodobé paměti.

Respondenti kódující vizuálně se dále liší v tom, zda kódovali celý podnět nebo pouze jeho část. A dále tím, na jakou charakteristiku se zaměřovali. Někteří uvádějí tvar a „zkroucenost“ jednotlivých čar. Jiní zase pozici v prostoru.

BARKLA: ...jsem se snažila si to zapamatovávat podle umístění, třeba když ty čáry byly vlevo.

VACVAR:... Pak jsem ještě zkoušela si zapamatovat vždy jednu část obrázku, třeba pravou horní část...

Auditivně

Auditivní strategie se uplatňuje pouze u auditivního materiálu. Stejně jako strategie „vizuálně“ respondent nevytváří asociaci a ani mentální reprezentaci, které by předcházelo vyhledávání v dlouhodobé paměti. Jinými slovy reprezentace je vytvářena pouze na základě daného podnětu. Daný podnět kóduje pouze sluchově bez toho, aby si cokoliv ke zvuku přidával či domýšlel.

Respondenti si bez snahy o pojmenování zvuku nebo fonologické reprodukce snaží zvuk zapamatovat. Objevuje se zde sice nápodoba zvuku (stejně jako u strategie „fonologicky“), ale s tím rozdílem, že u fonologické strategie si respondent zvuk zopakuje vícekrát a nápodoba daného zvuku je přesná. Zde spíše slouží k označení podnětu, pomocí subvokální artikulace. Důvodem může být, že díky vysoké abstrakci je reprodukce zvuku značně snižena.

KRALUC: Tady jsem si vůbec neříkala ty zvuky zvířat. Nepřiřazovala jsem, který zvuk, kterému zvířeti patří. Stejně jako jsem vnímala tu intonaci u předchozího úkolu, tak něco podobného jsem dělala i tady. Vnímala jsem ten zvuk samotný. Měla jsem jakoby tendenci si ten zvuk přehrávat v hlavě...jakože, teď by měl přijít tady ten zvuk (předvádí zvuk).

Tento typ strategie byl významně zastoupen v mapě „ptáci“. Jedná se o nejnáročnější mapu s nejvyšší abstrakcí. Zdá se, že k užití této strategie, je stejně jako u strategie

„vizuálně“, nižší požadavek na kapacitu pracovní paměti, proto byla využívána v těžších mapách.

Fonologicky

Oproti auditivní strategii, kde respondenti využívají pouze sluch, se zde uplatňuje i fonologická smyčka. Fonologickou smyčkou je myšlena co nejpřesnější reprodukce daného podnětu. Často v podobě mechanického opakování. Zde, stejně jako u předchozí strategie, nedochází k vytvoření mentální reprezentace, které by předcházelo vyhledávání v dlouhodobé paměti.

JÁ: Když ses snažila si zapamatovat ta daná písmena. Měla jsi tendenci si je představovat i obrazně?

BARKLA: To ani ne. Spíš jsem si je opakovala v duchu.

Tato strategie má nejčtenější zastoupení u mapy „hlásky“, kde se u některých respondentů (N=3) pojí s další strategií – „vizuálně“.

Tab. 8: Počet respondentů v jednotlivých mapách v souvislosti se strategiemi kódování.

STRATEGIE KÓDOVÁNÍ						
TYP ÚKOLU	N	ASOCIACE	POJMENOVÁNÍ	VIZUÁLNĚ	AUDITIVNĚ	FONOLOGICKY
ČÁRY	42	26		16		
PSI	39		34	5		
PÍSMENA	32		27	5		
PTÁCI	32	7	3 ²³	1 ²⁴	15 ²⁵	6 ²⁶
HLÁSKY	29			8	4	17
ZVÍŘATA	34		23	4		7

²³ Pojmenování v úkolu „Ptáci“ spočívá v pojmenování realistických prvků zvuku, např.: hluboký, hlasitý apod.

²⁴ Respondent (pohpav) uvádí vizualizaci daného zvuku

²⁵ Pasivní poslech

²⁶ Aktivní reprodukce zvuku

1.20 Popis mnemotechnických pomůcek

Všichni respondenti, kteří užívali mnemotechnické pomůcky, ji vždy kombinovali se specifickou strategií vybavování – předjímání. Jak bylo řečeno výše, jedná se o strategii, která má vysoký nárok na kapacitu pracovní paměti, protože kromě vyhledávání v dlouhodobé paměti je potřeba i orientace v pořadí podnětů. Jedině tak může docházet k efektivnímu předjímání.

Všechny následující mnemotechnické pomůcky souvisí právě s usnadněním orientace v řadě, resp. k lepšímu uvědomování si pořadí jednotlivých podnětů.

Kotvení na prstech

Tato pomůcka je realizována tak, že spolu s kódováním jednotlivých podnětů si respondenti zároveň ukazují na prstech. Po dokončení řady se zase vrací k prvnímu prstu. Díky této strategii se lépe orientují v pořadí a zároveň lépe předjímají a aktualizují předmět. Výhodou této pomocné strategie je to, že se jedná o externí pomůcku. Znamená to, že nezatěžuje kapacitu pracovní paměti.

MANTAN: přidala jsem před sebou ruku a přiřazuji si ten zvuk prstům na ruce - od palce po malíček. Nová série znamená návrat k palci.

Sledování pořadí podnětů

Pomocná strategie, kdy respondenti sledovali své skóre a spojovali si podnět s číslem. Nevýhodou strategie je, že vytváří tlak na kapacitu pracovní paměti, protože kromě podnětu samotného se snažím o uchování čísla, pod kterým se daný podnět vyskytl.

HONJAR: u zvířat jsem si říkal jejich názvy a díval jsem se na body získané za správné odpovědi a s tím jsem si propojil, kdy se zvuk opakoval.

Počítání

Jedná se o velmi podobnou strategii k „sledování pořadí podnětů“, avšak významným rozdílem je, že ukotvení podnětu s pořadím se neděje pomocí modalit zraku, ale pomocí fonologie. Respondenti udávají, že si před každým podnětem řekli v duchu číslo, které určovalo pořadí podnětu.

Mentální tabulka

Vytvoření mentální tabulky spočívá v tom, že si respondent představí tabulku, kam posléze umísťuje dané podněty. Tato tabulka umožňuje se efektivně orientovat v pořadí obrazů/zvuků, bez toho, aby byly dodávány další podněty (čísla). Hlavním principem je tedy organizace podnětů v pracovní paměti.

HOVMAR: tvořím si jakousi mentální představu tabulky, do které si jednotlivé zvuky jakoby vkládám, a když zvuky z další série sedí s minulými, nechám je tam, když nesedí, jakoby představený zvuk z místa vymažu a nahradím novým.

1.21 Shrnutí výsledků kvalitativní analýzy

Strategie a stupeň abstrakce

Díky kvalitativní analýze bylo zjištěno a popsáno dvanáct strategií, které respondenti užívali k řešení N-back úloh s podnětovým materiálem v různých stupních abstrakce.²⁷ Tyto strategie byly rozděleny v závislosti na procesu, ke kterému se vztahují, tzn. kódování, vybavování a mnemotechnické pomůcky. Dále bylo zjištěno, že existují rozdíly ve strategiích řešení n-back úloh v závislosti na stupni abstrakce. Tyto rozdíly lze popsat, jak v rovině kódování, tak v rovině vybavování.²⁸

Z tabulky č. 7 vyplývá, že u podnětového materiálu s nejvyšším stupněm abstrakce (tzn. úkol ptáci a čáry) je v rámci kódování specifický typ strategie s názvem „asociace“.²⁹ Ačkoliv princip je velmi podobný strategii „pojmenování“, zásadním rozdílem je způsob vytvoření mentální reprezentace, která u strategie „asociace“ odpovídá individuálnímu nastavení respondenta a jeho kreativitě.

V procesu vybavování se ukazují rozdíly u úkolů obsahující nejvyšší stupeň abstrakce. Respondenti v těchto úkolech častěji zmiňují strategii „intuice“. Tato strategie se sice objevuje i u ostatních úloh, avšak v menším zastoupení.

Na základě komparace dat z rozhovorů a z reflexí lze však předpokládat, že strategie vybavování jsou závislé nejen na abstrakci podnětového materiálu, ale zejména na kapacitě pracovní paměti. Neboť i ti respondenti, jenž v reflexi uvádí „intuici“, používali během *připomínkové mapy*³⁰ strategii předjímání.

²⁷ Viz tab.: Strategie uplatňující se během řešení n-back úkolů.

²⁸ *Viz tab. 7: Počet respondentů v jednotlivých úkolech v souvislosti se strategiemi vybavování; a dále tab 8.: Počet respondentů v jednotlivých úkolech v souvislosti se strategiemi kódování.*

²⁹ Viz kapitolu „Popis strategií kódování“ - Asociace

³⁰ Úkol, který byl užíván během rozhovorů. Tento úkol, oproti úkolům testovým, obsahoval pouze úroveň n=2, tedy nižší úroveň, než tomu bylo u trénování.

Strategie a modalita

Rozdíly mezi auditivními a vizuálními úkoly se ukazují pouze u kódovacích strategií.

Zprvé se rozdíly ukázaly, co do kvantity užití strategií, kde pro vizuální úkoly je častější strategie pojmenování, než je tomu u auditivních úkolů.

Zadruhé byly zjištěny i kvalitativní rozdíly ve strategiích. A to takové, že pro vizuální úkoly byla *specifická strategie*³¹ „vizuálně“, kde respondenti užívají pouze obrazové počitky podnětového materiálu. Oproti tomu auditivní úkoly obsahovaly specifickou strategii „auditivně“, kde se respondenti řídili pouze zvukovými počitky podnětového materiálu. Pro auditivní úkoly se ukázala jako specifická ještě další strategie, s názvem „fonologicky“. Někdy se však tato strategie kombinovala se strategií vizuálně, a to zejména v úkolu „hlásky“. Strategie fonologicky souvisí s přesnou a opakovanou reprodukcí zvukového podnětu.³²

Dalším významným rozdílem bylo, že zatímco u zrakových stimulů respondenti častěji pracovali i s druhou modalitou (verbalizace), obráceně to bylo méně časté.

³¹ Označení *specifická strategie* je v textu užíváno pro strategii, která se uplatňuje pouze u jednoho typu úkolů: 1) u vizuálních úkolů nebo u 2) auditivních úkolů.

³² viz kapitola: Popis strategií kódování – Fonologicky.

Výsledky kvantitativní analýzy

V této kapitole budou prezentovány výsledky, související s kvantitativní analýzou. Zejména se budeme zabývat vlivem abstrakce, modality a v neposlední řadě i hodnocením obtížnosti úkolů.

1.22 Vliv abstrakce na výkon

Vliv míry abstrakce auditivních úkolů na výkon

V předchozí kapitole, kde byly prezentovány kvalitativní výsledky, bylo naznačeno, že v úkolech s nejvyšší mírou abstraktnosti byla větší homogenita strategií, a tyto strategie byly typické právě svým nižším nárokem na kapacitu pracovní paměti. V rámci vybavování se jednalo zejména o strategii „intuice“ (N=17), která oproti jiným strategiím vybavování (řady, předjímání) přináší vyšší chybovost. Lze proto předpokládat, že výkon v mapách s vyšším stupněm abstrakce bude nižší než v mapách, kde respondenti užívali strategie s menší chybovostí.

Jak bylo zmíněno výše, v tréninkovém programu byly dva druhy podnětů, jenž odpovídaly různým modalitám: a) zrak b) sluch. Dále byl materiál členěn dle stupně abstraktnosti (viz tabulka). V následujících odstavcích budeme hledat souvislost právě v těchto kategoriích (abstrakce, modalita).

Nejprve jsme se zabývali auditivním podnětovým materiálem. Na základě méně efektivních strategií u úkolů s 3. stupněm abstrakce se domníváme, že abstrakce materiálu může významně ovlivňovat výkon v testovém programu. V tomto případě očekáváme, že nejnižší výkony budou vyjádřeny v mapě s 3. stupněm abstrakce – mapa „ptáci“, poté zvířata a nejlepší výkon předpokládáme v mapě „hlásky“.

Dle srovnání průměrných *skóru úkolů*, jenž obsahují auditivní podnětový materiál, jsme zjistili, že průměry se liší, a se snižujícím stupněm abstrakce stoupá výkon, v grafu je tedy vyjádřen očekávaný vzestupný trend (viz graf).

Vliv abstrakce byl statistickou analýzou potvrzen a následná post hoc analýza prokázala, že jsou statisticky významné rozdíly mezi úkoly „ptáci“ a úkolem „zvířata“. Dále, pomocí stejné analýzy, bylo prokázáno, že existují statisticky významné rozdíly mezi úkolem

„hlásky“ a úkolem „ptáci“. Mezi úkoly „zvířata“ a „hlásky“ nebyl statisticky významný rozdíl potvrzen.

Graf 1: Vliv míry abstrakce auditivních úkolů na výkon.



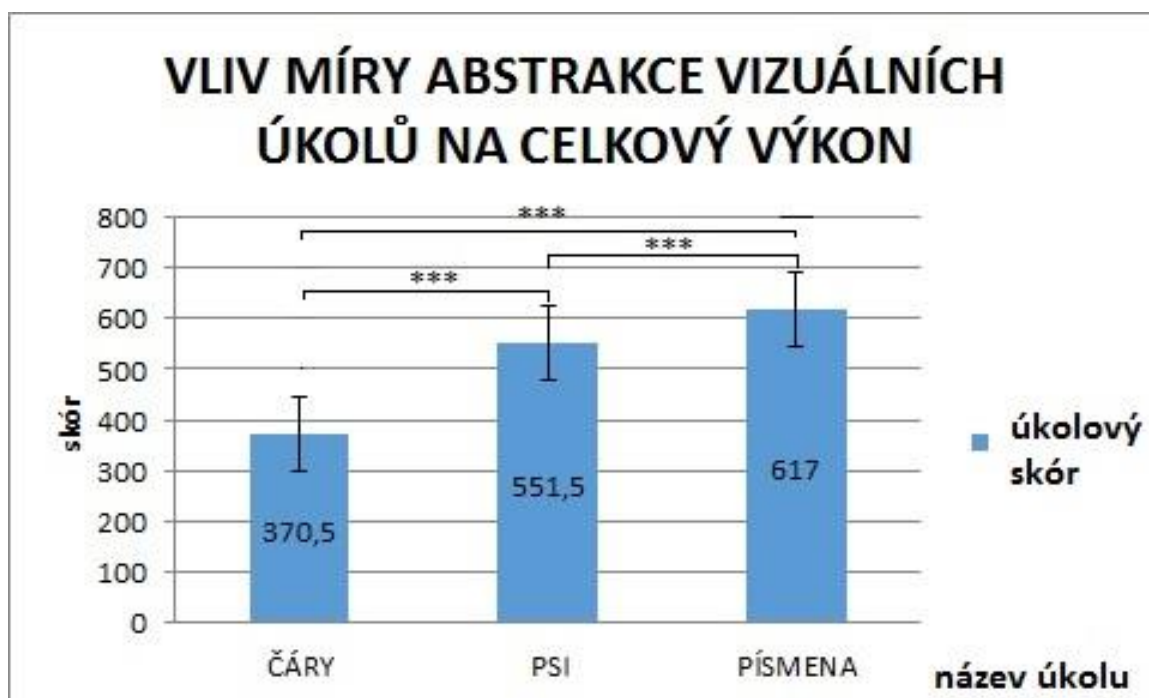
***p < 0,001

Vliv míry abstrakce vizuálních úkolů na výkon

Stejně jako u auditivních úkolů, i v rámci vizuálních úkolů docházelo během vybavování k využívání méně náročných (a méně efektivních strategií). I zde respondenti nejčastěji popisují strategii „intuice“ (N=11). Očekáváme tedy, že výkony budou mít, stejně jako u auditivních úkolů, vzrůstající charakter, který souvisí se snižujícím se stupněm abstrakce jednotlivých map.

Vliv abstrakce byl potvrzen pomocí statistické analýzy rovněž pro oblast vizuálních úkolů. V rámci post hoc analýzy bylo prokázáno, že výsledky v úkolu „čáry“ jsou statisticky významně nižší než v úkolu „psi“. Za pomoci stejné analýzy bylo prokázáno, že existuje staticky významný rozdíl mezi úkolem „čáry“ a úkolem „písmena“. A oproti auditivním úkolům byl zde prokázán statisticky významný rozdíl mezi úkolem „psi“ a úkolem „písmena“.

Graf 2: Vliv míry abstrakce vizuálních úkolů na výkon



***p < 0,001

1.23 Vliv modalit na výkon

Vliv modalit na celkový výkon

Dále nás zajímalo, jestli existuje rozdíl mezi modalitami. Předpokládali jsme lepší výkony ve vizuálních testech, a to ze tří důvodů:

1) Domníváme se, že zrak je modalita, pomocí níž zpracováváme více informací, tedy je spíše odolná vůči zátěži, než je tomu u sluchu.

2) Na základě kvalitativní analýzy jsme si všimli, že u vizuálních podnětů se častěji objevuje kódovací strategie „pojmenování“, u které předpokládáme největší efektivitu. Naše domněnka vychází z toho, že v rámci této strategie dostáváme signál do dvou kanálů – do zrakového kanálu v podobě mentální reprezentace a zároveň zaktivizujeme fonologickou smyčku. Zatímco tedy v případě auditivních úkolů vytváření zrakových reprezentací zřejmě není tak časté.

3) Dalším důvodem, jenž nás vede k domněnce, že ve vizuálních úkolech budou respondenti dosahovat lepších výsledků, je, že pro modalitu sluchu není pojmenování příliš typické. Ve výsledcích kvalitativní analýzy je patrné, že respondenti využívají zejména strategie „fonologicky“ a „auditivně“, která je spíše o mechanické paměti než o vytváření a přiřazování významu³³. A tedy lze očekávat, že bude docházet k vyšší chybovosti. K ověření našeho předpokladu jsme srovnali *vizuální skór a auditivní skór*. Přičemž průměr vizuálních skóre byl vyšší. Tyto výsledky byly následně podrobeny statistickému zpracování, kde bylo zjištěno, že respondenti dosahovali statisticky významně lepších výsledků ve vizuálních úkolech oproti úkolům auditivním.

³³ K tomu, aby bylo možné si daný podnět pojmenovat, je potřeba si k němu přiřadit adekvátní název/význam. Znamená to tedy, že musíme využít vyhledávání v dlouhodobé paměti a při shodě mentální reprezentace a podnětu ho může následně pojmenovat. Takovéto pojmenování, které probíhá víceméně bezděčně, využíváme v každodenním životě – je to součást běžné komunikace.

Graf 3: Vliv modality - Rozdíl výkonů ve vizuálních a auditivních úkolech



*** $p < 0,001$

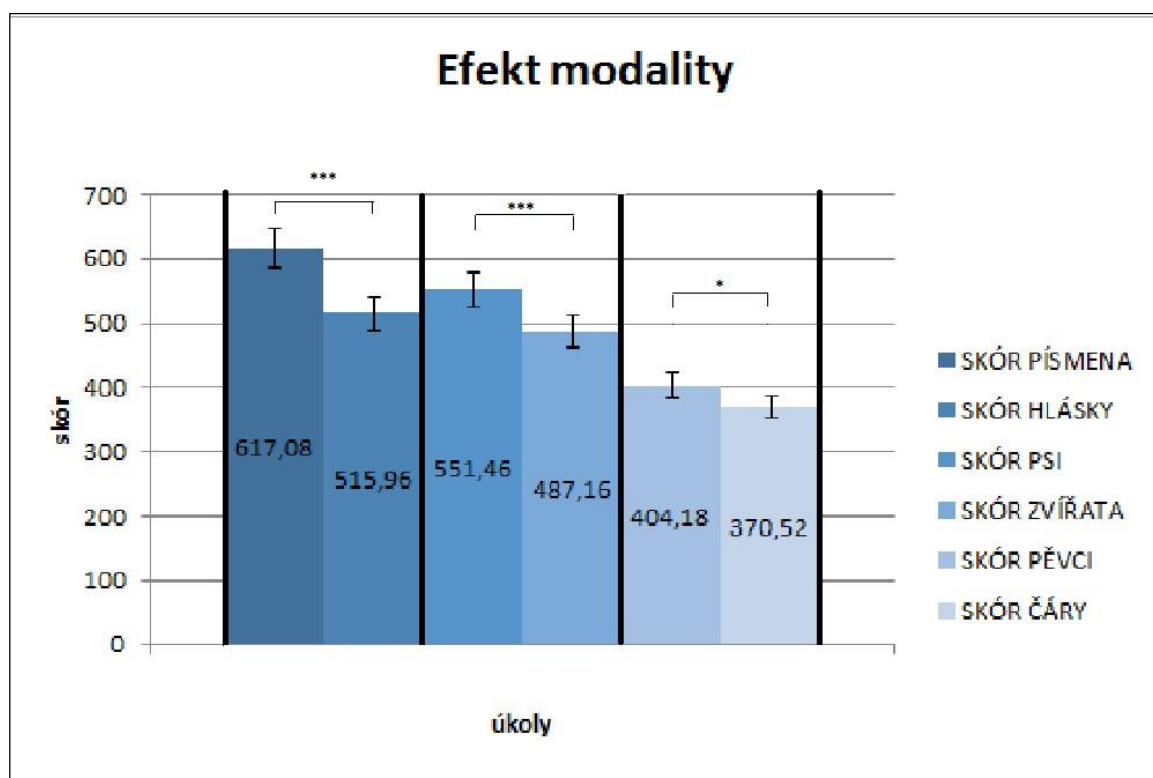
Efekt modality u různých stupňů abstrakce

Vzhledem k těmto zjištěním jsme se rozhodli tento fenomén blíže prozkoumat a sledovat, zda byl vliv modality přítomen u všech stupňů abstrakce.

V grafu níže jsou prezentovány výsledky, které jsou v souladu s naším předpokladem, že i přes stejný stupeň abstrakce budou respondenti dosahovat lepších výsledků ve vizuálních úkolech.

Za pomoci T-testu pro dva závislé soubory byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi auditivními a vizuálními úkoly u všech stupňů abstrakce.

Graf 4: Efekt modality vzhledem ke stupňům abstrakce



* $p < 0,05$

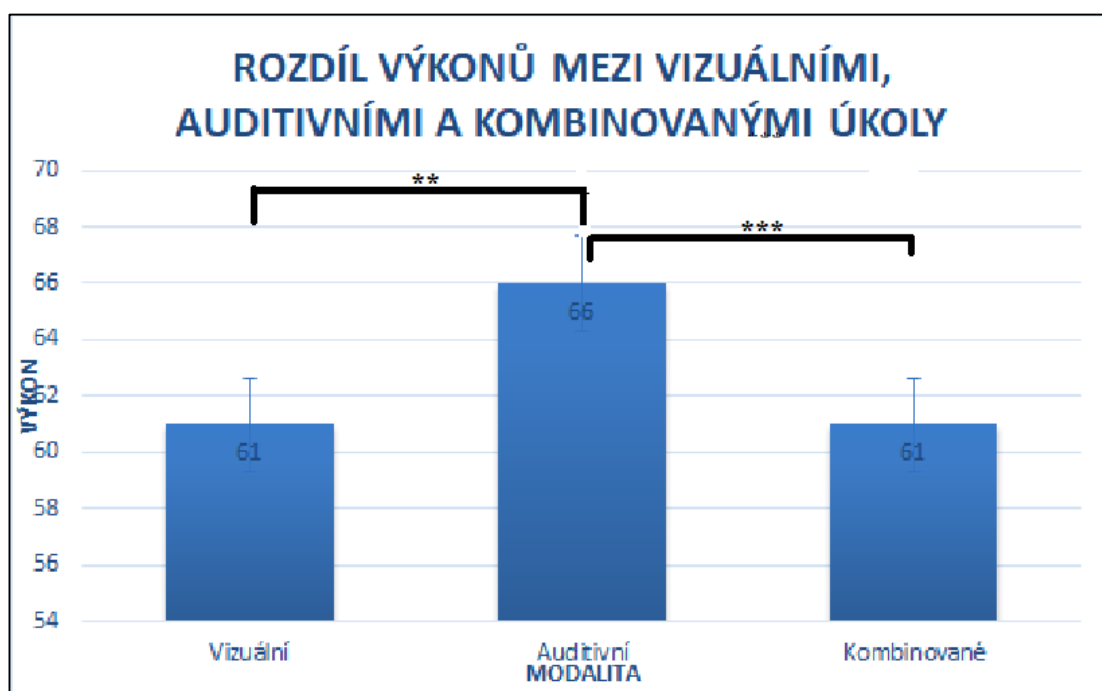
*** $p < 0,001$

Vliv dvojí modality na výkon

Na základě podnětů od oponenta diplomové práce jsme se rozhodli zjistit, jak by si stály podněty, které by byly kódovány dvěma kanály (auditivní i vizuální složkou zároveň). Předpokládali jsme, že tento typ kódování a následně vybavování bude efektivnější, než je tomu u auditivního nebo vizuálního kódování. Vycházeli jsme z toho, že respondent si automaticky zvolí způsob kódování, které je pro něj lépe uchopitelné a efektivnější.

Náš předpoklad se nepotvrdil. Překvapující byly závěry, že subtest, který obsahoval kombinovaný podnětový materiál, měl nižší výkony, než v subtestu auditivním. Tyto výsledky se ve vztahu k auditivnímu subtestu ukázaly jako statisticky významné.

Graf 5: Vliv dvojí modality na výkon



** $p < 0,01$

*** $p < 0,001$

1.24 Pracovní paměť vs. výkon ve VMT

Posledním cílem této práce bylo zjistit, zda existuje vztah mezi výkonem v testu rozumových schopností a výkonem v n-back testu.

Naše hypotéza se potvrdila. Korelace byly statisticky významné jak u vizuálního, tak u kombinovaného subtestu a dále pak u celkového výsledku v testu.

Tab.: Korelační koeficient mezi IQ a jednotlivými subtesty v Modality Testu.

IQ vs.:	Vizuální	Auditivní	Kombinované	CELKEM
r	0,43	0,19	0,43	0,43

Pro porovnání výsledků byl použit Spearmanův korelační koeficient. Nejvyšší korelace se ukázala mezi IQ a výkonem v subtestu s vizuálním podnětovým materiálem a dále mezi IQ a subtestem s kombinovaným materiálem, kde byl zaznamenán střední korelační účinek. Mezi IQ a čtením byla prokázána také střední rozměrový účinek. A mezi auditivním subtestem a IQ dosahoval korelační koeficient malého rozměrového účinku.

Vztah mezi IQ a celkovým výsledkem v Modality Testu dosahoval korelace se středním rozměrovým účinkem.

1.25 Hodnocení obtížnosti úkolů

V následujících kapitolách se budeme zabývat tím, jak respondenti hodnotili dané mapy.

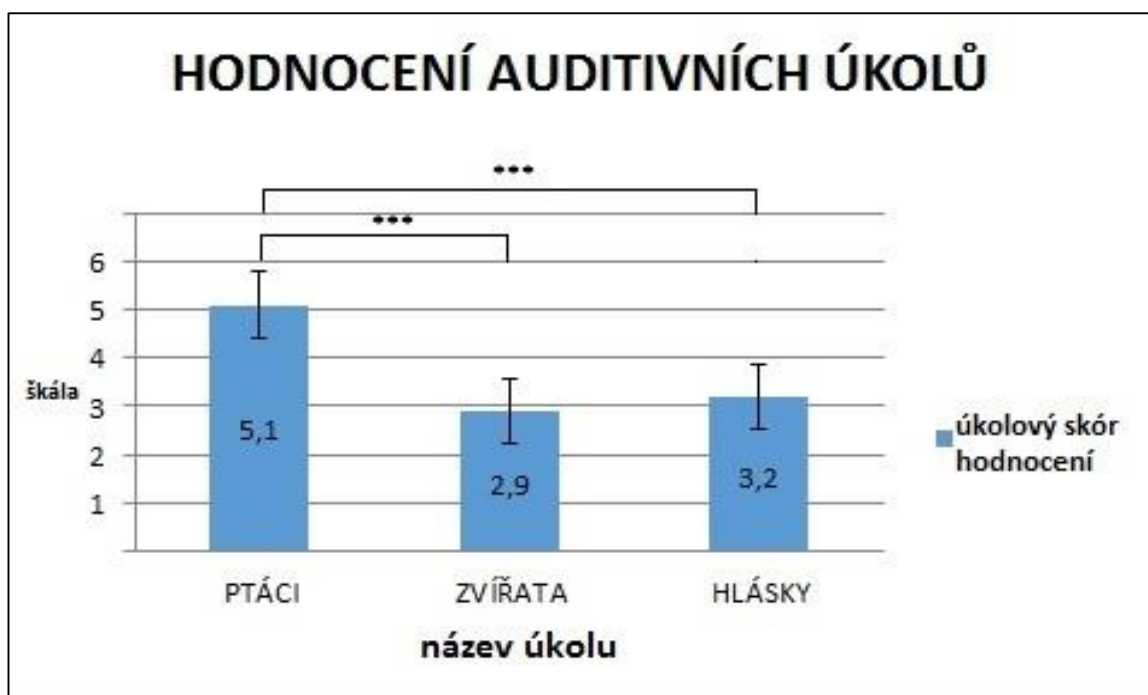
Naším předpokladem je, že subjektivní vnímání respondentů bude kopírovat trend výkonu, protože respondenti dostávají okamžitou zpětnou vazbu o tom, jak si vedli. Na druhou stranu nám může nesrovnalost mezi výsledky a hodnocením napovědět, že v daných mapách byl kromě vlivu abstrakce a vlivu modality i další faktor, který zapříčinil snížené hodnocení, avšak tento faktor nebyl natolik významný, aby ovlivnil výkon v dané mapě.

Na základě Shapir-Wilkova testu normality bylo zjištěno, že dotazníky, oproti výsledkům testů, nemají normální rozložení, a proto jsme se rozhodli ověřit výsledky přímým porovnáním dvojic ve Wilcoxonovém testu.

Hodnocení obtížnosti auditivních úkolů vzhledem k efektu abstrakce

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že se statisticky významně liší hodnocení úkolu „ptáci“ a hodnocení úkolu „hlásky“. Dále nám analýza ukázala, že existuje statisticky významný rozdíl v hodnocení úkolu „ptáci“ a hodnocení úkolu „zvířata“. Avšak mezi hodnocením úkolů „zvířata“ a „hlásky“ není statisticky významný rozdíl.

Graf 5: Hodnocení obtížnosti auditivních úkolů vzhledem k efektu abstrakce



Zajímavé je porovnání průměrů hodnocení těchto tří úkolů, kdy trend je odlišný ve srovnání s výkony respondentů. V rámci hodnocení se jako nejjednodušším úkolem jeví zvířata, což je v rozporu s naším předpokladem, kdy jsme očekávali, že nejjednodušším úkolem budou hlásky, protože ve srovnání se zvukem zvířat není potřeba vyhledávání v dlouhodobé paměti.

Avšak díky kvalitativní analýze dat bylo zjištěno, že některé hlásky vnímali respondenti jako nekvalitně nahrané, čímž byla ztížena jejich diferenciaci.

BERELL: Těm hláskám jsem špatně rozuměla, tak jsem s tím občas měla problém.

AFAKRI: Problém se vyskytoval tehdy, kdy samohlásky byly podobné, ale různé délky, nebo kdy to byly hlásky podobné zvukově a bez odezírání se můžou zdát skoro stejné, většinou B, D, P.

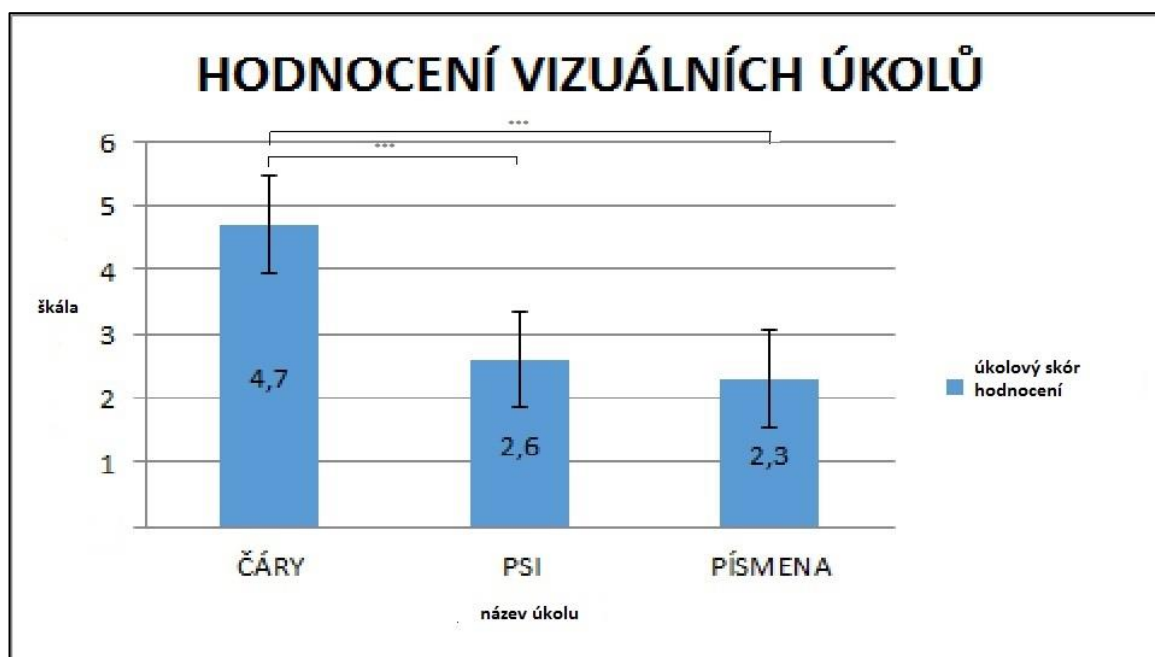
Lze proto předpokládat, že se ztížená diferenciaci stala významným faktorem, a podílela se na hodnocení obtížnosti úkolů. Nicméně ve výkonu se tato chyba v rámci efektu abstrakce neprojevila.

Hodnocení obtížnosti vizuálních úkolů vzhledem k vlivu abstrakce

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že se statisticky významně liší hodnocení úkolu „čáry“ a hodnocení úkolu „psi“. Dále nám analýza ukázala, že existuje statisticky

významný rozdíl v hodnocení úkolu „čáry“ a hodnocení úkolu „písmena“. Mezi hodnocením úkolů „psi“ a „písmena“ není statisticky významný rozdíl. Avšak v rámci porovnání průměrů hodnocení, trend křivky „hodnocení vizuálních úkolů“ odpovídá trendu křivky „vliv míry abstrakce vizuálních úkolů na výkon.“³⁴

Graf 6: Hodnocení obtížnosti vizuálních úkolů vzhledem k efektu abstrakce



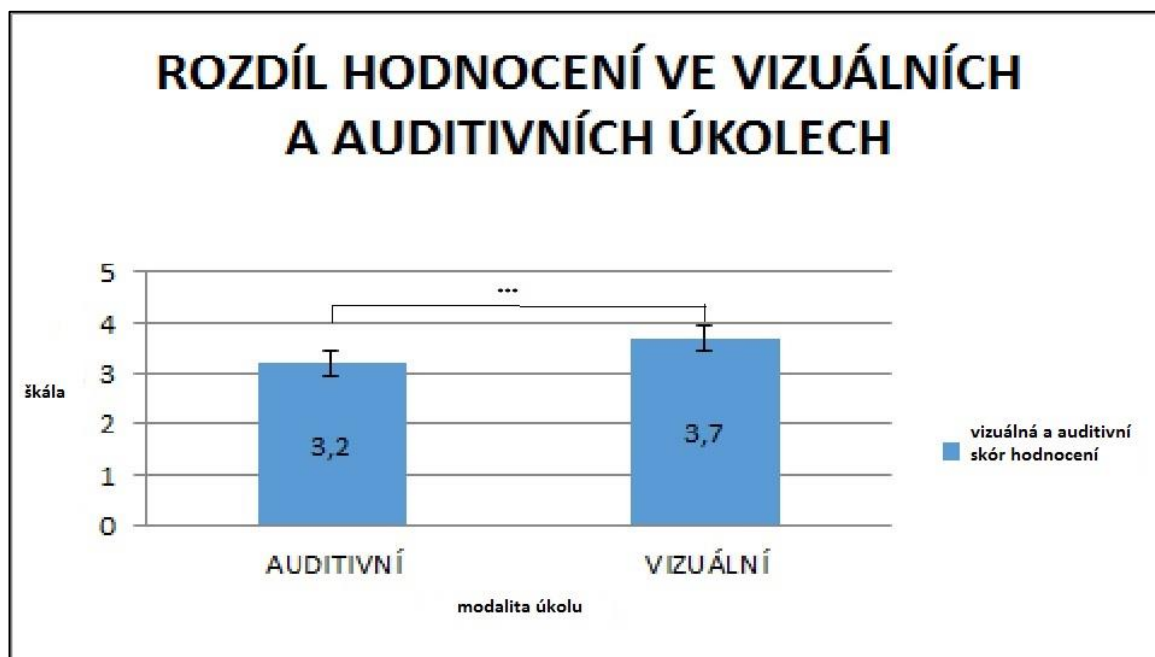
Tato zjištění jsou v souladu s výkonem respondentů a tedy i naším předpokladem, že respondenti budou obtížnost úkolu hodnotit v závislosti na stupni abstrakce. Vzhledem k výsledkům lze předpokládat, že náš předpoklad o abstrakci jednotlivých úkolů se ubíral správným směrem.

³⁴ Viz str. 28

Hodnocení obtížnosti úkolů vzhledem k modalitě

Pomocí analýzy dat bylo zjištěno, že existují statisticky významné rozdíly v hodnocení úkolů vzhledem k jejich modalitě.

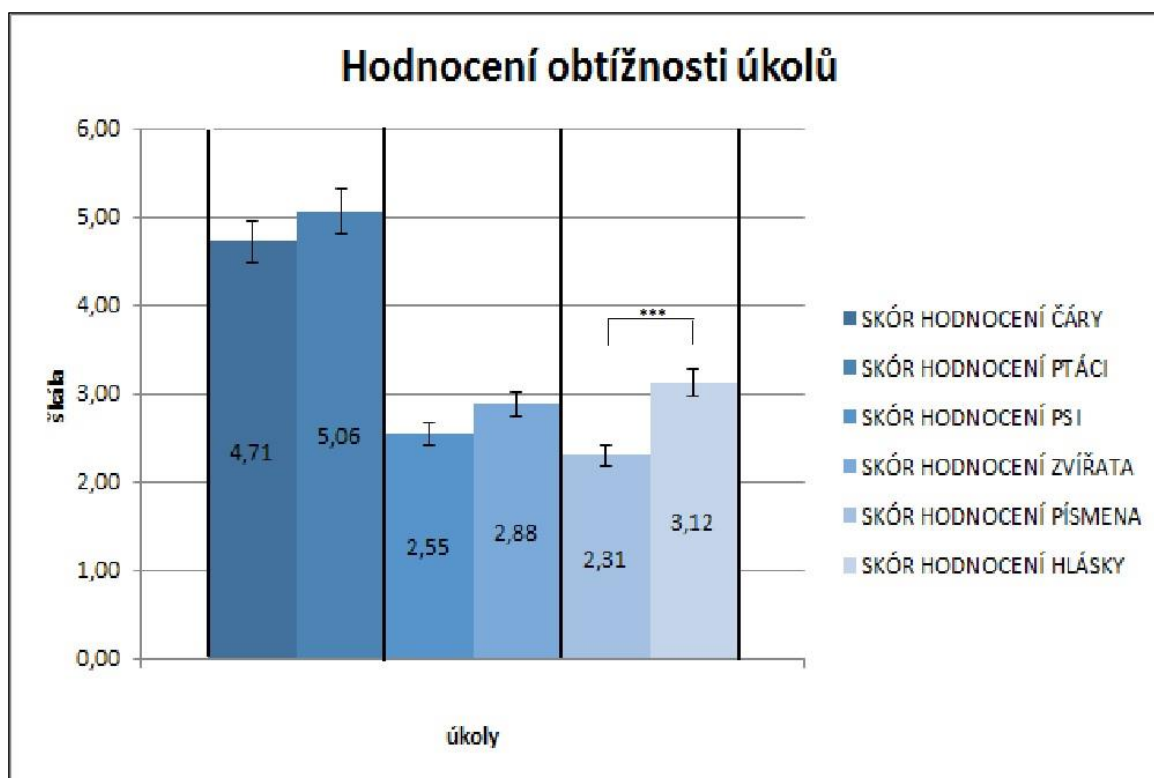
Graf 7: Hodnocení obtížnosti úkolů vzhledem k modalitě



Tento trend odpovídal výkonu respondentů.³⁵ Avšak vzhledem k tomu, že v rámci analýzy hodnocení obtížnosti u auditivních úkolů bylo zjištěno, že úkol „hlásky“ je vnímán jako náročnější než úkol „zvířata“. Bylo potřeba zjistit, zda tento rozdíl v hodnocení obtížnosti auditivních a vizuálních úkolů není způsoben právě ztíženou diferenciací u úkolu „hlásky“.

³⁵ Viz str. 29

Graf 8: Hodnocení obtížnosti úkolu vzhledem k modalitě



***p < 0,001

Pomocí T-testu pro dva závislé soubory bylo zjištěno, že existují statisticky významné rozdíly v hodnocení obtížnosti úkolů pouze mezi úkoly „písmena“ a „hlásky“. Lze tedy předpokládat, že vzhledem k modalitě neexistují statisticky významné rozdíly v hodnocení. Přesto jsou v rámci výkonu respondentů rozdíly v závislosti na modalitě patrné³⁶.

³⁶ Viz str. 30

1.26 Shrnutí výsledků kvantitativní analýzy

V této kapitole budou stručně shrnuty výsledky z kvantitativní analýzy.

Stupeň abstrakce jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech

Jedním z cílů našeho výzkumu bylo zjistit, jak může podnětový materiál ovlivnit výkon respondentů. V naší práci jsme se orientovali na dvě proměnné. První z nich byl stupeň abstrakce, druhou proměnou byla modalita (zrak a sluch).

Jak bylo popsáno výše, očekávali jsme, že se zvyšujícím stupněm abstrakce bude klesat výkon respondentů. Byly porovnávány průměrné úkolové skóry u jednotlivých stupňů abstrakce a ukázalo se, že se náš předpoklad potvrdil. Vliv abstrakce se objevil jak u auditivních, tak u vizuálních úkolů.

Následná analýza ukázala, že mezi jednotlivými stupni abstrakce jsou statisticky významné rozdíly. Výjimkou byl rozdíl mezi prvním a druhým stupněm abstrakce u auditivních úkolů³⁷, kde se výsledky neukázaly jako statisticky významné.

Modalita jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech

Dále nás zajímalo, jakým způsobem ovlivňuje výkon modalita, v které je podnětový materiál prezentován. Naším předpokladem bylo, že respondenti budou u vizuálních úkolů dosahovat vyšších skórů, jinými slovy, výkon v těchto úkolech bude vyšší.

I zde se náš předpoklad potvrdil. V rámci porovnání průměrů *auditivního* a *vizuálního skóru* bylo zjištěno, že *vizuální skór* je vyšší. Tento rozdíl byl následně statisticky prokázán.

Statisticky významné se ukázaly i rozdíly mezi jednotlivými úkoly, v rámci daného stupně abstrakce³⁸. Byly porovnávány úkoly z různých modalit se stejným stupněm abstrakce. Zjištěním bylo, že ve všech stupních abstrakce byl *skór vizuálních úkolů* statisticky významně vyšší než v úkolech auditivních.

³⁷ srovnáván byl průměrný *skór hlásky* s průměrným *skórem zvířata*.

³⁸ v rámci auditivních úkolů se jednalo o úkol „zvířata“ a v rámci vizuálních o úkol „psi“

Hodnocení obtížnosti úkolů vzhledem k efektu abstrakce

Naším dalším cílem bylo zjistit, jak sami respondenti vnímali obtížnost jednotlivých úkolů, v rámci jednotlivých stupňů abstrakce. Předpokládali jsme, že hodnocení bude odpovídat výsledkům. Tzn., že s vyšším stupněm abstrakce budou hodnotit úkoly jako obtížnější.

Náš předpoklad se u auditivních úkolů zcela nepotvrdil. Respondenti hodnotili úkol s druhým stupněm abstrakce jako jednodušší, ve srovnání s úkolem obsahujícím první stupeň abstrakce. Ačkoliv byl tento rozdíl patrný ve srovnání průměrných *úkolových skóre hodnocení*³⁹, následná analýza neukázala tento rozdíl jako statisticky významný.

U vizuálních úkolů odpovídalo srovnání průměrných *úkolových skóre hodnocení* našemu očekávání. Tedy se zvyšujícím stupněm abstrakce vnímali respondenti úkol jako náročnější. Avšak rozdíl mezi prvním a druhým stupněm abstrakce⁴⁰ nebyl statisticky prokázán.

Hodnocení obtížnosti úkolů vzhledem k modalitě

Dále jsme sledovali hodnocení obtížnosti úkolů vzhledem k modalitě. Naším předpokladem bylo, že vizuální úkoly budou hodnoceny jako jednodušší. Tedy v souladu s výkony respondentů.

V rámci porovnání průměrů *vizuálních a auditivních skóre hodnocení* byl tento předpoklad sice potvrzen, nicméně po bližším prozkoumání bylo zjištěno, že tento výsledek je nejspíš ovlivněn statisticky významným rozdílem v úkolech „písmena“ a „hlásky“. Jinými slovy, přímým porovnáním dvojic, odpovídajícím jednotlivým stupňům abstrakce,⁴¹ bylo zjištěno, že jediný vliv modality je u prvního stupně abstrakce. U druhého a třetího stupně abstrakce se hodnocení *efektu modality* neukázalo jako statisticky významné.

³⁹ srovnáván byl průměrný skóre hodnocení zvířata se skórem hodnocení hlásky

⁴⁰ srovnáván byl průměrný *skóre hodnocení psi* se skórem *hodnocení písmena*

⁴¹ čáry vs. ptáci; psi vs. zvířata; písmena vs. hlásky

Diskuze

V předkládané práci jsme se snažili blíže porozumět tomu, co se děje během trénování pracovní paměti. K těmto účelům jsme si vybrali N-back úlohy, jejichž schopnost měřit kapacitu pracovní paměti byla mnoha výzkumy potvrzena (Kane, Conway, Miura a Colflesh, 2007; Baddeley, 2003). Dalším důvodem k výběru těchto úloh byla skutečnost, že jsme měli možnost k výzkumu využít program N-back Campaign, jehož efektivita byla taktéž ověřována (Páchová, 2014) a zároveň provedení programu umožňuje vytvářet nové úkoly v různých modalitách.

V rámci výzkumu bylo vytvořeno šest úkolů, kde prezentovaný podnětový materiál odpovídal různým modalitám (zrak a sluch) a různým stupňům abstrakce. Doba zobrazení jednotlivých podnětů byla nastavena na 1 700 ms, aby byli respondenti pod časovým tlakem a nedocházelo v rámci kódování ke složitějším mnemotechnickým pomůckám, jenž by mohly ovlivnit výkon respondentů.

1.27 Abstrakce jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech

Výkony respondentů se statisticky významně lišily jak dle stupně abstrakce, tak modality podnětového materiálu. V rámci analýzy efektu abstrakce se ukázalo, že se zvyšujícím stupněm abstrakce klesá výkon respondentů a respondenti sami tuto vyšší obtížnost úkolů reflektují. Jedno z vysvětlení může být v odlišném kódování více abstraktních podnětů. Tato hypotéza je v souladu s tvrzením Solsa (1998), který předpokládá, že konkrétní slova mohou být kódována verbálně, ale i neverbálně – pomocí představy. Avšak abstraktní podněty jsou reprezentovány pouze verbálními kódy (Solso, 1998). Lze tedy předpokládat, že následné vybavení abstraktního podnětu je náročnější, než je tomu u konkrétních podnětů, neboť kódování daného podnětu je více nepřesné. Avšak zajímavé zjištění bylo, že přesto, že náš výzkum vychází v souladu s tímto tvrzením (Solso, 1998), na základě kvalitativní analýzy nebylo potvrzena hypotéza, že jsou abstraktní podněty reprezentovány pouze verbálními kódy, a to jak u auditivních, tak u vizuálních úkolů.

Je tedy třeba hledat i další vysvětlení. Jedna z hypotéz by mohla být, že abstraktní podnětový materiál více zatěžuje kognitivní kapacitu. Klíčovým zjištěním bylo, že jakmile dojde k navýšení obtížnosti úkolu, jenž přesáhne kognitivní kapacitu, je významně pozměněn

proces kódování a vybavování podnětového materiálu. A to tak, že jsou užívány velmi jednoduché a nestrukturované strategie, u kterých lze předpokládat menší volní aktivitu. Toto zjištění platilo jak pro auditivní, tak pro vizuální podněty.

Strategie, která se nejčastěji objevovala u vybavování podnětového materiálu s abstrakcí třetího stupně, byla na základě kvalitativní analýzy nazvána „intuice“. S ohledem na popis této strategie lze uvažovat o tom, zda je vlastně relevantní nazývat tento mechanismus strategií. Je třeba klást si otázku, která se v rámci problematiky vynořuje: může souviset negativní výsledek, v rámci tréninkového efektu či transferu, s užíváním specifických strategií? Jinými slovy pokud uvážíme, že je během trénování využívána zejména tato „strategie“ (intuice), kde je menší aktivita jedince, lze předpokládat, že tréninkový efekt bude menší a zároveň, v důsledku minimalizace volní aktivity jedince, bez výrazného transferu. Tento předpoklad by mohl vysvětlit, proč některé výzkumy ukazují nepatrný či nulový transfer v rámci N-back úloh (např. Redick et al., 2015; Hulme et al., 2016; Shipstead et al., 2012).

Užívání různých typů strategií kódování a vybavování může souviset s kapacitou pracovní paměti i sekundárně: některé výzkumy dávají do souvislosti určité typy strategie s lepším výkonem, neboť strukturalizací a propracováním podnětového materiálu dochází k šetření kapacity pracovní paměti (Bengson et al., 2015; McNamara et al., 2001; Turley-Ames & Whitfield, 2003).

Na základě kvalitativní analýzy jsme zjistili, že během kódování nejvíce abstraktního materiálu se uplatňuje i další proces, který se může podílet na zvýšené zátěži pracovní paměti. Tímto procesem je jakási restrukturalizace podnětu, aby mohlo dojít k přiřazení podnětu k odpovídající mentální reprezentaci v dlouhodobé paměti. Tato strategie s názvem „asociace“ umožňuje daný podnětový materiál pojmenovat.

Dalším zjištěním bylo, že efekt abstrakce se neukázal jako významný u úkolu v prvním (hlásky) a druhém (zvířata) stupni abstrakce auditivních úkolů. Toto zjištění bylo navíc podloženo hodnocením respondentů, kde se ukázalo, že první stupeň je vnímán jako náročnější. Avšak na základě rozhovorů bylo zjištěno, že příčinou tohoto hodnocení nebyl výběr podnětového materiálu, ale špatné nahrávky, kde byla ztížena diferenciací jednotlivých hlásek. Tento jev tak podporuje tvrzení, že právě strukturalizace podnětového materiálu a přiřazení smyslu je jedním z klíčových procesů, jenž usnadňuje kódování a vybavování

(Bengson et al., 2015; McNamara et al., 2001; Turley-Ames & Whitfield, 2003), protože právě diferenciací podnětu umožňuje její následné hlubší zpracování.

1.28 Modalita jako faktor ovlivňující výkon v N-back úkolech

Významné rozdíly byly taktéž prokázány taktéž v rámci modality. Tyto výsledky naznačují, že uchování podnětového materiálu, odpovídající různým modalitám, probíhá odlišným způsobem, což je v rozporu s pojmově – propoziční hypotézou, která předpokládá, že bez ohledu na modalitu jsou dané podněty uchovávány stejným způsobem (Anderson, Brown, 1973; Pylyshyn, 1988, Thomas; 2003). Díky kvalitativní analýze jsme tento náš závěr podpořili i rozhovory, z kterých vyplývá, že respondenti používají jak verbální (propoziční), tak vizuální (imaginativní) mentální reprezentace, které analogicky odpovídají prezentovanému materiálu. Naše výsledky jsou tak v souladu s výzkumy, podporující duální kódování (Paivio, 1973; Sadoski, 2004; Tim N. Höffler, Koć-Januchta, Leutner, 2017).

Zajímavým zjištěním bylo, že výsledky všech vizuálních úkolů byly statisticky významně lepší ve srovnání s úkoly auditivními. Jedno z možných vysvětlení, jež by tento fenomén mohl vysvětlovat, je kódování podnětů skrz více kanálů, např. fonologická smyčka a vizuospeciální náčrtník. Čemuž by i odpovídala naše zjištění, že u zrakových stimulů respondenti častěji pracovali i s druhou modalitou (verbalizace), zatímco obráceně to bylo méně časté. Tedy zdá se, že verbální kódování je prvořadé, a to i tehdy, když je vizuální podnět velmi abstraktní (shodně např. Pickering, Gathercole, Hall, Lloyd, 2001; Dolenc, Bon, Repovš, 2013).

V našem výzkumu docházelo k verbálnímu kódování i u nejvíce abstraktních podnětů, a to jak v rámci auditivního, ale i vizuálního podnětového materiálu. Uplatňovala se zde specifická strategie „asociace“, která měla za cíl pojmenovat dané podněty. Prim verbálního kódování, bez ohledu na modalitu prezentovaných podnětů, dokládá celá řada výzkumů (např: Chen, Mitra, 2009; Postel, D'Eposito, Corkin, 2005; Baddeley, 1975; Baddeley, 2003; Pickering, Gathercole, Hall, Loyd, 2001).

Dalším vysvětlením by mohla být větší odolnost proti přetížení pracovní paměti v rámci zrakových stimulů. Toto vysvětlení se nabízí, neboť modalita zraku je zodpovědná za zpracování až 80 % informací z vnějšího světa (Kassin, 2007), oproti tomu sluch zpracovává

mnohonásobně menší množství. Lze tedy předpokládat, že z evolučního hlediska je vyšší odolnost vůči přetížení adaptivním mechanismem.

Závěrem lze tedy konstatovat, že byla prokázána závislost podnětového materiálu na užití konkrétních paměťových strategií a výkonu v N-back úlohách.

Různý stupeň abstrakce odpovídá různé volní činnosti jedince. A zároveň je tato závislost přítomna jak u auditivního, tak u vizuálního podnětového materiálu. Což naznačuje, že by se stupeň abstrakce podnětového materiálu mohl stát jedním z důležitých faktorů, jenž zvyšuje či snižuje tréninkový efekt.

Dále byla tato závislost prokázána i v rámci modality, kdy jsme došli k zjištění, že je významným faktorem ovlivňujícím jak výkon, tak typ užitých strategií v N-back úlohách.

Jsme si vědomi omezení, která sebou daná metodologie přináší. Jedním z nejvýznamnějších kritických bodů je právě schopnost introspekce jednotlivých respondentů, kdy popisování strategií nutně nemuselo nutně odpovídat reálnému řešení N-back úloh - u některých respondentů byla patrná chybějící motivace, kdy při reflexi strategií používali krátká a nejasná hesla.

Avšak přesto náš výzkum ukázal zjištění, na která by se dalo dobře navázat. Přínosný by mohl být výzkum, který by již srovnával konkrétní tréninkový efekt, v závislosti na podnětovém materiálu, což by tak mohlo podpořit, či vyvrátit naši domněnku, že podnětový materiál může významně ovlivnit efektivitu tréninkového programu.

1.29 Dvojitá Modalita

Naše hypotéza, že v kombinovaných úlohách budou dosahovat respondenti lepších výsledků, nebyla prokázána. Překvapivé bylo, že výkony v tomto subtestu byly statisticky významně nejhorší.

Vysvětlení můžeme hledat v teoriích zabývajících se rozdělováním pozornosti. Teorie poukazuje na skutečnost, že kapacita pozornosti je omezena. Jinými slovy čím více podnětů bude paralelně předkládáno, tím menší bude efektivita pozornosti. Vzhledem k tomu, že pozornost výrazně souvisí s ukládáním podnětů (Baars, 1988, 1997, 2002), je možné, že tento faktor byl u kombinovaných úloh přítomen.

Dalším faktorem může být i to, že během záměrné pozornosti dochází k propracovanějšímu zpracování kognitivním aparátem. V rámci tohoto zpracování dochází k rozhodovacímu procesu, týkající se výběru podnětu, dle jeho vztahu k aktuálnímu záměru organismu (Eysenck, 2008). V pozadí zaměřené pozornosti tedy probíhá další proces, který určuje jakousi prioritu jednotlivých podnětů. V našem případě, kdy prezentujeme kombinovaný podnětový materiál to znamená, že kódování je zatíženo o rozhodovací proces, určující jaký typ kódu je pro jedince efektivnější.

1.1 Pracovní paměť vs. výkon ve VMT

Vztah mezi N-back Modality Testem a výkonem v jednodimenzionálním testu neverbální inteligence – VMT byl prokázán. Korelace se středně velkým rozměrovým účinkem byla patrná ve vizuálním i kombinovaném subtestu a dále celkovým skórem.

Ke stejnému výsledku dospívají i neuropsychologické výzkumy, které sledující korelace mezi testy pracovní paměti a ravenovými progresivními maticemi, např. Gray, 2003; Kane & Engle, 2002. Tato skutečnost je vysvětlována aktivací stejných oblastí CNS – laterální částí prefrontálního laloku, která byla prokázána na zobrazovacích metodách (Chein, Moore, & Conway, 2011).

1.30 Srovnání výsledků diplomové a rigorózní práce

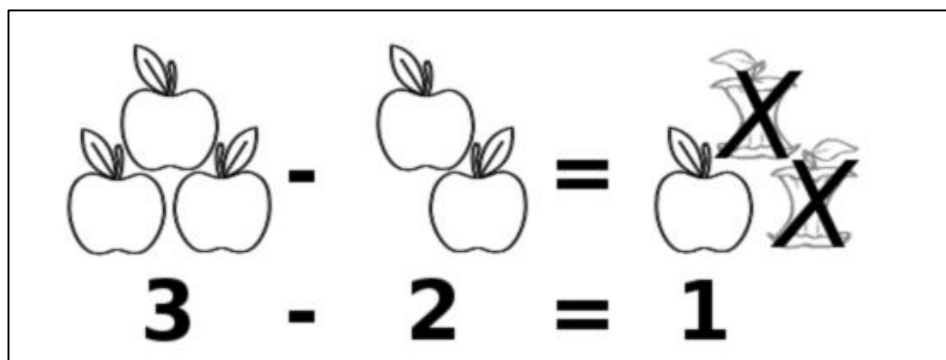
V diplomové práci, kde byl použit N-back Campaign jsme došli k závěru, že výkony ve všech stupních abstrakce u vizuální modality byly statisticky významně vyšší, než u modality auditivní. V rigorózní práci, kde byl použit nový, námi vytvořený test (Modality Test) jsme došli k opačným výsledkům. Tedy že výkony ve vizuálním subtestu byly nižší než v subtestu auditivním. Tyto výsledky se ukázaly jako statisticky významné.

Vysvětlení můžeme najít v teorii interference. Pro účely výzkumu vlivu dvojí modality bylo potřeba pozměnit metodu výzkumu. Důvodem bylo, že metoda N-back Campaign neumožňuje současně prezentovat podnět v jeho auditivní i vizuální podobě. Oproti programu N-back Campaign byla v novém programu (Modality Test) zvolena nová forma interference (matematický příklad).

Dle Paivia počítání matematických příkladů se řadí do podnětového materiálu, který zatěžuje zejména vizuální a vizuálně-prostorovou část pracovní paměti (Paivio 2006). Dokladem této skutečnosti je i to, že prvním krokem během výuky matematiky je

pojmenovávání číslic, poté následuje druhý krok, kdy je jejich význam spojován se skutečnými objekty nebo jejich obrazy. Pomocí spojení číslovek a vizualizace se tedy učíme základní aritmetické operace (viz obr.). Při tomto procesu je tedy primární právě vizuální pracovní paměť.

Obr 6: Učení se základním matematickým operacím jako spoje číslovky a vizualizace objektu nebo prostoru.



Zdroj: http://it.pedf.cuni.cz/strstud/edutech/2015_Kozak/

Teorie interference říká, že čím jsou si paměťové stopy podobnější, tím spíše bude docházet k jejich překryvu a následně obtížnějšímu vybavení (Eysenck, 2008). Dle Wickense (1984) spolu dvě úlohy interferují do té míry, do jaké zahrnují stejnou modalitu stimulu (např. vizuální nebo auditivní) a stejné paměťové kódy (verbální nebo vizuální). K Podobným závěrům dochází i Treismanová a Daviesová (1973).

Tento předpoklad je v souladu s našimi výsledky, tedy že výsledky u vizuálního subtestu jsou statisticky významně nižší, než v auditivním subtestu. Zde se domníváme, že je vliv vizuální interference menší.

Závěr

Následně stručně popíšeme zjištění, v závislosti na výzkumných otázkách, které jsme si položili.

I. Klíčovou otázkou bylo, *zda a jak ovlivňuje charakteristika podnětového materiálu výkony v N-back úlohách*. Na základě porovnání výkonů respondentů s různým typem podnětů jsme dospěli k závěru, že jsou tyto výkony determinovány daným podnětovým materiálem a to tak že:

1) Se zvyšujícím stupněm abstrakce klesá výkon v N-back úlohách. A to jak ve vizuálních, tak v auditivních úkolech.

2) Výkony N-back úloh s vizuálním podnětovým materiálem jsou lepší, a to ve všech stupních abstrakce, ve srovnání s podněty auditivními.

II. Dále nás zajímalo, jakým způsobem hodnotí podnětový materiál samotní respondenti a *zda subjektivní hodnocení úloh skutečně odpovídá skutečným výsledkům*.

1) Efekt abstrakce byl zaznamenán i v rámci hodnocení respondentů. Avšak v rámci auditivních úkolů došlo k tomu, že druhý stupeň abstrakce byl hodnocen jako jednodušší než první stupeň abstrakce. Tento výsledek si vysvětlujeme skrz náročnější diferenciaci jednotlivých hlásek.

2) Efekt modality se objevil pouze v rámci prvního stupně abstrakce (tj. písmena vs hlásky).

III. V neposlední řadě nás zajímalo, *jaké strategie byly aplikovány na řešení N-back úloh*. V rámci kvalitativní části výzkumu jsme došli k těmto zjištěním:

Během řešení n-back úkolů respondenti uplatňovali dvanáct strategií týkající se kódování, vybavování nebo mnemotechnických pomůcek. Tyto strategie jsou stručně popsány níže:

Tři strategie týkající se vybavování podnětového materiálu:

1) Předjímání: Snaha o anticipaci následujícího podnětového materiálu a to tak, že si respondenti vytvářejí skupinu jednotlivých podnětů, které se v řadě objevily.

2) Skupiny: Schopnost si vybavit, zda se aktuální podnět, promítající se na obrazovce, zobrazil v několika posledních krocích⁴² bez ohledu na jejich pořadí.

3) Intuice: Není zde schopnost spontánně jmenovat podněty v N-skupině. Ale většinou funguje znovuvybavení.

Pět kódovacích strategií:

1) Asociace: Zrakové kódování; restrukturalizace podnětového materiálu, tak aby odpovídal dané mentální reprezentaci, která je následně uchována.

2) Pojmenování: Zrakové i sluchové kódování a následné vyhledávání adekvátních mentálních reprezentací v dlouhodobé paměti, které jsou přiřazeny k danému podnětu.

3) Vizuálně: Zrakové kódování; vytvoření aktuální zrakové reprezentace podnětového materiálu.

4) Auditivně: Sluchové kódování; vytvoření aktuální sluchové reprezentace podnětového materiálu. Někdy dochází k nedokonalé reprodukci zvuku pomocí subvokální artikulace.

5) Fonologicky: Sluchové kódování; typická je přesná subvokální artikulace.

Čtyři mnemotechnické strategie:

1) Kotvení na prstech: Spolu s kódováním jednotlivých podnětů si respondenti zároveň ukazují na prstech.

2) Sledování pořadí podnětů: Sledování pořadí podnětu pomocí ukazatele na monitoru a spojování si tohoto podnět s daným číslem.

⁴² počet kroků je závislý na velikosti N. To znamená, že pokud N=3, tak respondent srovnává aktuální podnět s posledními třemi podněty.

3) Počítání: Kotvení podnětu s pořadím se neděje pomocí modality zraku, ale pomocí fonologie a subvokální artikulace (před každým podnětem je řečeno jeho pořadí).

4) Mentální tabulka: Představa tabulky, kam jsou posléze dané podněty umísťovány.

Dále z výsledků vyplývá, že u podnětového materiálu s nejvyšším stupněm abstrakce má v rámci kódování specifický typ strategie s názvem „asociace“.⁴³

V procesu vybavování se ukazují rozdíly u úkolů obsahujících nejvyšší stupeň abstrakce. Respondenti v těchto úkolech častěji zmiňují strategii „intuice“. Tato strategie se sice objevuje i u ostatních úloh, avšak v menším zastoupení.

Na základě komparace dat z rozhovorů a z reflexí lze však předpokládat, že strategie vybavování jsou závislé nejen na abstrakci podnětového materiálu, ale zejména na kapacitě pracovní paměti. Neboť i ti respondenti, jež v reflexi uvádějí „intuici“, používali během *připomínkového úkolu*⁴⁴ strategii předjímání.

V rámci modality se ukazují rozdíly pouze u kódovacích strategií. Zaprvé se rozdíly ukázaly, co do kvantity užití strategií, kde pro vizuální úkoly je častější strategie pojmenování, než je tomu u auditivních úkolů.

Za druhé byly zjištěny i kvalitativní rozdíly ve strategiích. A to takové, že pro vizuální úkoly byla *specifická strategie*⁴⁵ „vizuálně“, kde respondenti užívají pouze obrazové počítky podnětového materiálu. Oproti tomu auditivní úkoly obsahovaly specifickou strategii „auditivně“, a „fonologicky“.

Závěrem lze tedy konstatovat, že jsme našli významnou závislost mezi typem podnětového materiálu (stupeň abstrakce, modalita) a to, jak v souvislosti s výkonem, tak s paměťovými strategiemi. Toto zjištění by tak mohlo přispět, mimo jiné, k zefektivnění programů zaměřujících se na trénování pracovní paměti.

⁴³ Viz kapitolu „Popis strategií kódování“ - Asociace

⁴⁴ Úkol, který byl užíván během rozhovorů. Tento úkol, oproti úkolům testovým, obsahoval pouze úroveň $n=2$, tedy nižší úroveň, než tomu bylo u trénování.

⁴⁵ Označení *specifická strategie* je v textu užíváno pro strategii, která se uplatňuje pouze u jednoho typu úkolů: 1) u vizuálních úkolů nebo u 2) auditivních úkolů.

SEZNAM LITERATURY

1. ATKINSON, R.C. a R.M. SHIFFRIN. Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. Psychology of Learning and Motivation. 1968, 2, 89-195. DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60422-3. ISBN 10.1016/S0079-7421(08)60422-3. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079742108604223>
2. AU, Jacky et al. Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. Psychonomic Bulletin and Review, 2014. 11 p. DOI 10.3758/s13423-014-0699-x.
3. BADDELEY, Alan D.; HITCH, Graham J. Working memory. The Psychology of Learning and Motivation, 1974, 8, 47-89. ISSN 0079-7421.
4. BADDELEY, Alan. D. The episodic buffer: a new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences, 2000, 4, 11, 417-423. ISSN 1364-6613.
5. BADDELEY, Alan. The development of the concept of working memory: implications and contributions of neuropsychology. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1975, 14(6), 575-589.
6. Baars, Bernard J. (1988), *A Cognitive Theory of Consciousness* (Cambridge, MA: Cambridge University Press)
7. Baars, Bernard J. (1997), *In the Theater of Consciousness* (New York, NY: Oxford University Press)
8. Baars, Bernard J. (2002) The conscious access hypothesis: Origins and recent evidence. Trends in Cognitive Sciences, 6 (1), 47-52.
9. BASTIAN, Claudia C. von, Nicolas Langer, Jäncke, Lutz & Klaus Oberauer. Effects of working memory training in young and old adults. Memory & Cognition, 2013, 41. p. 611 – 624. DOI 10.3758/s13421-012-0280-7.
10. BENSON, Jesse J. a Steven J. LUCK. Effects of strategy on visual working memory capacity. Psychon Bull Rev. 2016, (23), 265–270. DOI: 10.3758/s13423-015-0891-7. ISBN 10.3758/s13423-015-0891-7. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.3758/s13423-015-0891-7>
11. BENSON, Jesse J. a Steven J. LUCK. Effects of strategy on visual working memory capacity. Psychonomic Bulletin & Review. 2016, 23(1), 265-270. DOI: 10.3758/s13423-015-0891-7. ISBN 10.3758/s13423-015-0891-7. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.3758/s13423-015-0891-7>
12. BERL, Medison, et al. Functional imaging of developmental and adaptive changes in neurocognition. NeuroImage, 2006, 30. p. 679 – 691. DOI: 0.1016/j.neuroimage.2005.10.007.
13. BERRYMAN, et al. Evidence for working memory deficits in chronic pain: A systematic review and meta-analysis. PAIN, 2013, 154. p. 1181–1196. 0304-3959.
14. BLAŽKOVÁ, R.- MATOUŠKOVÁ, K.- VAŇUROVÁ, M. – BLAŽEK, M. Poruchy učení v matematice a možnosti jejich nápravy. Brno: Paido, 2000. 94 s. ISBN 80-85931-89-3
15. BORELLA, Erika, Barbara CARRETTI, Francesco RIBOLDI a Rossana DE BENI. Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. Psychology and Aging. 2010, 25(4), 767–77. DOI: 10.1037/a0020683. ISBN 10.1037/a0020683. Dostupné také z: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/a0020683>
16. BOUSFIEL W. A. The occurrence of clustering on the recall of the randomly arranged associations. Journal of General Psychology. Journal of General Psychology. 1953, 49, 229-240.
17. BRAINE, M. D. S. A First Language. The Early Stages. Roger Brown, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1973. xx, 438 pp., illus. \$15. Science AAAS [online]. , 1275-1277 [cit. 2017-07-14]. DOI: 10.1126/science.184.4143.1275. ISBN 10.1126/science.184.4143.1275. Dostupné z: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.184.4143.1275>
18. BUSCHKUEH, Martin, et al. Neural effects of short-term training on working memory. Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 2014, 14. p. 147 – 160. DOI 10.3758/s13415-013-0244-9.
19. COLOM, Roberto et al. Adaptive n-back training does not improve fluid intelligence at the construct level: Gains on individual tests suggest that training may enhance visuospatial processing. Elsevier, 2013, 712–727.
20. COLOM, Roberto et al. Adaptive n-back training does not improve fluid intelligence at the construct level: Gains on individual tests suggest that training may enhance visuospatial processing. Intelligence, 2013, 41, p. 712 – 727. 0160-2896.
21. CONRAD, R. a A. J. HULL. INFORMATION, ACOUSTIC CONFUSION AND MEMORY SPAN. British Journal of Psychology. 1964, 55(4), 429–432. DOI: 10.1111/j.2044-8295.1964.tb00928.x. ISBN 10.1111/j.2044-8295.1964.tb00928.x. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.2044-8295.1964.tb00928.x>
22. CORENTIN, Gontier et al. Strategy us fully mediates the relationship between working memory caoacity and performance on Raven's matrices. Journal of Experimental Psychology. 2015, 144, (5), 916-924.

23. CRAIK, Fergus I.M. a Robert S. LOCKHART. Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1972, 11(6), 671- 684. DOI: 10.1016/S0022-5371(72)80001-X. ISBN 10.1016/S0022-5371(72)80001-X. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002253717280001X>
24. ČEŠKOVÁ, Eva a Hana KUČEROVÁ, SVOBODA, Mojmír (ed.). *Psychopatologie a psychiatrie: pro psychology a speciální pedagogy*. Praha: Portál, 2006. 317 s. ISBN 8073671549.
25. DE ROSA, TKATZ. Memory scanning of organized visual materiál. *Jurnal od Experimental Psychology*. 1976, 2, 6.
26. DOLENC, Barbara, Jurij BON a Grega REPOVŠ. SERIAL POSITION AND DISTANCE EFFECTS IN VISUAL WORKING MEMORY. 2013. DOI: 10.21909/sp.2013.01.622. ISBN 10.21909/sp.2013.01.622. Dostupné také z: http://www.studiapsychologica.com/uploads/DOLENC_SP_1_vol.55_2013_pp.67-82.pdf
27. DUNLOSKY, John a Michael J. KANE. The contributions of strategy use to working memory span: A comparison of strategy assessment methods. *Journal The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2007, 60(9), 1227-1245. DOI: 10.1080/17470210600926075. ISBN 10.1080/17470210600926075. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17470210600926075>
28. DUNNING, Darren L., Joni HOLMES a Susan E. GATHERCOLE. Does working memory training lead to generalized improvements in children with low working memory? A randomized controlled trial. *Developmental Science*. 2013, , 1–12. DOI: 10.1111/desc.12068. ISBN 10.1111/desc.12068. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/desc.12068>
29. ENGLE, Randall W., et al. Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1999, 128, 3, 309-331. ISSN 1939-2222
30. EYSENCK, Michael a Mark KEANE. *Kognitivní psychologie*. Praha: Academia, 2008. ISBN 9788020015594.
31. FODOR, Jerry A. a Zenon W. PYLYSHYN. Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. 1988, 28(1-2), 3-71. DOI: 10.1016/0010-0277(88)90031-5. ISBN 10.1016/0010-0277(88)90031-5. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0010027788900315>
32. FORMAN, Anton. *Videňský maticový test*. Praha: Testcentrum, 2002. 33 s. ISBN 80-86471-17-9.
33. GAMON, David a Allen D. BRAGDON. *Mozek a jak ho cvičit*. Vyd. 3. Praha: Portál, 2010. 284 s. ISBN 978-80-7367-803-6.
34. GOLDBERG et al. Executive Subprocesses in Working MemoryRelationship to Catechol-O-methyltransferase Val158Met Genotype and Schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry*. 2003;60(9):889-896. doi:10.1001/archpsyc.60.9.889
35. GRAY, Barbara. Strong opposition: frame-based resistance to collaboration. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 2004, 14, 3, 166-176. ISSN 1099-1298.
36. Hautzel, Hubertus, Felix M. Mottaghy, Specht, Karsen, Hans-Wilhelm Müller & Krause, Bernd J. Evidence of a modality-dependent role of the cerebellum in working memory? An fMRI study comparing verbal and abstract n-back tasks. *NeuroImage*, 2009, 47, p. 2073 – 2082. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.06.005.
37. HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: Základní teorie, metody a aplikace*. 2. Praha: Portál, 2005. ISBN 978-80-262-0982-9.
38. Hill, Ashley C., Angela R. Laird & Robinson, Jennifer L.S. Gender differences in working memory networks: A BrainMapmeta-analysis. *Biological Psychology*, 2014. p. 1 – 12. DOI 10.1016/j.biopsycho.2014.06.008.
39. Höffler, T., Koć-Januchta, M. M., & Leutner, D. (2017). More evidence for three types of cognitive style: Validating the Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire using eye tracking when learning with texts and pictures. *Applied Cognitive Psychology*, 31, 109-115. doi: 10.1002/acp.3300
40. HOLMES, Joni, Susan E. GATHERCOLE, Maurice PLACE, Darren L. DUNNING, Kerry A. HILTON a Julian G. ELLIOTT. Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Wiley InterScience*. 2009. ISBN 10.1002/acp.1589. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/acp.1589>
41. CHEIN, Jason M.; MOORE, Adam B.; CONWAY, Andrew RA. Domain-general mechanisms of complex working memory span. *NeuroImage*, 2011, 54, 1, 550-559. ISSN 1095-9572.
42. CHEN, Yung-Nien, Suvobrata MITRA a Friederike SCHLAGHECKEN. Subprocesses of working memory in the N-back task: An investigation using ERPs. *Clin Neurophysiology*. 2008, 119(7), 1546-59. DOI: 10.1016/j.clinph.2008.03.003. ISBN 10.1016/j.clinph.2008.03.003. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S13882>
43. KLINGBERG ET AL., Torkel. Computerized Training of Working Memory in Children With ADHD-A Randomized, Controlled Trial. *Jurnal Of The American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. 2005, 44(2), 177–186. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00004583-200502000-0001>.

44. KLINGBERG, Torkel, et al. Computerized training of working memory in children with ADHD-a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2005, 44, 2, 177-186. ISSN 1527-5418.
45. KLINGBERG, Torkel. Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2010, 14, 7, 317-324. ISSN 1364-6613.
46. Klingberg, Torkel. Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2010, 14. p. 317 – 324. Doi:10.1016/j.tics.2010.05.002.
47. KLINGBERG, Torkel; FORSSBERG, Hans; WESTERBERG, Helena. Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2002, 24, 6, 781-791. ISSN 0168-8634.
48. KOUKOLÍK, František. *Lidský mozek: funkční systémy: norma a poruchy*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2002. 451 s. ISBN 8071786322.
49. KOUKOLÍK, František. *Mozek a jeho duše*. 3., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2005. 263 s. ISBN 80-7262-314-1.
50. KUNDA et al. Thinking in Pictures as a Cognitive Account of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2011, 41. p. 1157 – 1177. DOI 10.1007/s10803-010-1137-1.
51. LANGMEIER, Josef a Dana KREJČÍŘOVÁ. *Vývojová psychologie*. 2., aktualiz. vyd. (dotisk) Praha: Grada, 2007. 368 s. ISBN 80-247-1284-9.
52. LILIENTHAL, Lindsey, Elaine TAMEZ, Jill Talley SHELTON, Joel MYERSON a Sandra HALE. Dual n-back training increases the capacity of the focus of attention. *Psychon Bull Rev.* 2013, 20(1), 135-141. DOI: 10.3758/s13423-012-0335-6. ISBN 10.3758/s13423-012-0335-6. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.3758/s13423-012-0335-6>
53. LOGGIE, Robert. *Visuo-spatial Working Memory*. East Sussex: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1995. ISBN 9780863771071.
54. Marvel, Cherie L. & John E. Desmond. Functional Topography of the Cerebellum in Verbal Working Memory. *Neuropsychology Review*, 2010, 20. p. 271 – 279. DOI 10.1007/s11065-010-9137-7.
55. MCNAMARA, Danielle S. a Jennifer L. SCOTT. Working memory capacity and strategy use. *Memory & Cognition*. 2001, 29(1), 10–17. DOI: 10.3758/BF03195736. ISBN 10.3758/BF03195736. Dostupné také z: <http://www.springerlink.com/index/10.3758/BF03195736>
56. MELBY-LERVÅG, Monica, Thomas S. REDICK a Charles HULME. Working Memory Training Does Not Improve Performance on Measures of Intelligence or Other Measures of “Far Transfer”. *Perspectives on Psychological Science*. 2016, 11(4), 512-534. DOI: 10.1177/1745691616635612. ISBN 10.1177/1745691616635612. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1745691616635612>
57. MILICHOVSKÁ, Petra. *EFEKTIVITA TRÉNINKU PRACOVNÍ PAMĚTI*. Praha, 2013. Bakalářská práce. Karlova Univerzita. Vedoucí práce Anna Páchová.
58. MILICHOVSKÁ, Petra. *STRATEGIE UŽÍVANÉ PŘI PLNĚNÍ ÚLOH ZAMĚŘENÝCH NA PRACOVNÍ PAMĚŤ*. Olomouc, 2015. Vedoucí práce Martin Lečbych.
59. MRAZEK, Michael D., Michael S. FRANKLIN, Dawa Tarchin PHILLIPS, Benjamin BAIRD a Jonathan W. SCHOOLER. Mindfulness Training Improves Working Memory Capacity and GRE Performance While Reducing Mind Wandering. *Psychological Science*. 2013, 776 - 781(24), 776 - 781. DOI: 10.1177/0956797612459659. ISBN 10.1177/0956797612459659. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0956797612459659>
60. NAUS, M.J., Taxonomic word categories and memory search, *Cognitive Psychology*, 1972,3,643-654.
61. NOVITSKI et al. Effects of noise from functional magnetic resonance imaging on auditory event-related potentials in working memory task. *NeuroImage*, 2003, 20. p. 1320–1328. DOI: 10.1016/S1053-8119(03)00390-2.
62. OLESEN, Pernille J, Helena WESTERBERG a Torkel KLINGBERG. Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience*. 2003, 2003(7), 75 - 79. DOI: 10.1038/nn1165. ISBN 10.1038/nn1165. Dostupné také z: <http://www.nature.com/doi/10.1038/nn1165>
63. PÁCHOVÁ, Anna. *Možnosti tréninku pracovní paměti a jeho vliv na kognitivní funkce*. Praha, 2014. Disertační práce. Karlova Univerzita.
64. PAIVIO, Allan. *DUAL CODING THEORY AND EDUCATION* [online]. 2006 Dostupné z: <http://www.csuchico.edu/~nschwartz/paivio.pdf>
65. PAIVIO, Allan a Kalman CSAPO. Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognitive Psychology*. 1973, 5(5), 176-206. DOI: 10.1016/0010-0285(73)90032-7. ISBN 10.1016/0010-0285(73)90032-7. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0010028573900327>
66. PICKERING, Susan J., Susan E. GATHERCOLE, Melanie HALL a Simon A. LLOYD. Development of memory for pattern and path: Further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *Q J Exp Psychol A*. 2001, 54(2), 397-420. DOI: 10.1080/713755973. ISBN 10.1080/713755973. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713755973>

67. PICKERING, Susan J., Susan E. GATHERCOLE, Melanie HALL a Simon A. LLOYD. Development of memory for pattern and path: Further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *Q J Exp Psychol A*. 2001, 54(2), 397-420. DOI: 10.1080/713755973. ISBN 10.1080/713755973. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713755973>
68. POSTLE, B.R. Working memory as an emergent property of the mind and brain [online]. [cit. 2017-07-14]. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2005.06.005. ISBN 10.1016/j.neuroscience.2005.06.005. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306452205006202>
69. Raiker, Joseph S., Mark D. Rapport, Kofler Michael J. & Dustin E. Sarver. Objectively-Measured Impulsivity and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): Testing Competing Predictions from the Working Memory and Behavioral Inhibition Models of ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2012, 40. p. 699 – 713. DOI 10.1007/s10802-011-9607-2.
70. REDERICK Thomas et al. Working memory training and interpreting interactions in intelligence interventions. *Intelligence*, 2015, 50, 14-20.
71. REDICK, Thomas S., Zach SHIPSTEAD, Elizabeth A. WIEMERS, Monica MELBYLERVÅG a Charles HULME. What's Working in Working Memory Training? An Educational Perspective. *Educ Psychol Rev*. 2015, 27(4), 617-633. DOI: 10.1007/s10648-015-9314-6. ISBN 10.1007/s10648-015-9314-6. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10648-015-9314-6>
72. SADOSKI, Mark a Allan PAIVIO. A Dual Coding Theoretical Model of Reading. *Research Gate*. 2004. DOI: 10.1598/0710.34. ISBN 10.1598/0710.34. Dostupné také z: <http://www.literacyworldwide.org/General/Publications/Books/bk710/toc.aspx>
73. SHIPSTEAD, Zach, Thomas S. REDICK a Randall W. ENGLE. Is working memory training effective? *Psychological Bulletin* © 2012 American Psychological Association 2012, Vol. , 2012, 16(4), 1-27. DOI: 10.1037/a0027473. ISBN 10.1037/a0027473. Dostupné také z: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/a0027473>
74. SCHELBLE, Jenni L., David J. THERRIAULT a M. David MILLER. Classifying retrieval strategies as a function of working memory. *Mem Cognit*. 2012, 40(2), 218– 230. DOI: 10.3758/s13421-011-0149-1. ISBN 10.3758/s13421-011-0149-1. Dostupné také z: <http://www.springerlink.com/index/10.3758/s13421-011-0149-1>
75. SCHLEEPEN, TMJ a LM JONKMAN. A Longitudinal Study of Semantic Grouping Strategy Use in 6-11-Year-Old Children: Investigating Developmental Phases, the Role of Working Memory, and Strategy Transfer. *JOURNAL OF GENETIC PSYCHOLOGY* [online]. 2014, 175(6), 451-471 [cit. 2017-05-08]. ISSN 00221325.
76. SOLSO, Robert L. *Cognitive Psychology*, 5th ed., Boston, MA: Allyn and Bacon, 1998. ISBN 978-0205274185.
77. STERNBERG, Robert J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. 636 s. ISBN 80- 7178-376-5.
78. STAND, Michael T. et al. Improving Working Memory in Children with AttentionDeficit/Hyperactivity Disorder: The Separate and Combined Effects of Incentives and Stimulant Medication. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 2012, 40. p. 1193– 1207, DOI 10.1007/s10802-012-9627-6.
79. TENDE, J. et al. Sex differences in the working memory of students in Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria using the N-back task. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 2012, 2(6). p. 8 – 11. ISSN: 2279-0853, ISBN: 2279-0861.
80. TOMLISON, SIMON P., NICK J. DAVIS, MORGAN, HELEN. M. & MARTYN R. Bracewell. Cerebellar Contributions to Verbal Working Memory. *Cerebellum*, 2014, 13. p. 354 – 361. DOI 10.1007/s12311-013-0542-3.
81. TULVING, Endel. Concurrent effects contextual constraint and world frequency on immediate recall and learning verbal material. *Canad. J. Psychol.*, 1962, 16, 89-95.
82. TULVING, Endel. The effect of alphabetical subjektive organization on memorazing unrelated words. 1962
83. TURLEY-AMES, K. Strategy training and working memory task performance. *Research Gate*. 2003, , 12-18. DOI: 10.1016/S0749-596X(03)00095-0. ISBN 10.1016/S0749-596X(03)00095-0. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0749596X03000950>

Přílohy

Přílohy tvoří dva soubory:

Záznamový arch s. 124-125

Data s. 126-127

1.31 Záznamový arch

VIZUÁLNÍ PODNĚTY

JMÉNO:
VĚK:
POHLAVÍ: MUŽ / ŽENA
DIAGNÓZA: ADHD / DYSLEXIE / DYSGRAFIE / ŽÁDNÁ Z UVEDENÝCH / JINÉ:
DOSAŽENÉ VZDĚLÁNÍ:

Nyní bude promítána řada obrazů. Nejprve bude promítána **řada A**, která obsahuje 3-5 položek, následně bude promítána **řada B** se stejným počtem položek. Vaším úkolem je rozhodnout, zda se jednotlivé položky v řadě B **shodují** s řadou A. Mezi řadou A a řadou B je umístěn tzv. *interferenční materiál*, který má za cíl znesnadnit vštěpování obrazů. Jedná se o jednoduché matematické příklady. Výsledek prosím vpište do tabulky vlevo.

Zácvik I.	1A - čáp	2A - morče	16
	1B - čáp	2B - morče	
	√	√	

Zácvik II.	1A - slon	2A - pes	3A - býk	4
	1B - slon	2B - býk	3B - pes	
	√	X	X	

TEST

I.	1A	2A	3A	
	1B	2B	3B	

VI.	1A	2A	3A	4A	
	1B	2B	3B	4B	

II.	1A	2A	3A	
	1B	2B	3B	

VII.	1A	2A	3A	4A	
	1B	2B	3B	4B	

III.	1A	2A	3A	
	1B	2B	3B	

VII I.	1A	2A	3A	4A	5A
	1B	2B	3B	4B	5B

IV.	1A	2A	3A	4A	
	1B	2B	3B	4B	

IX.	1A	2A	3A	4A	5A
	1B	2B	3B	4B	5B

V.	1A	2A	3A	4A	
	1B	2B	3B	4B	

X.	1A	2A	3A	4A	5A
	1B	2B	3B	4B	5B

1.32 Data										
Přezdí vka	Věk	IQ	Čtení	Výsled ek	Kombi	Výsled ek2	Vizu	Výsled ek3	Audi	Výsled ek4
Mráček	17	124	83	74	86	77	86	77	86	77
BM	17	107	68	59	77	68	83	74	82	73
Smack one	17	103	62	53	66	57	84	75	78	69
Pemie	17	93	75	66	77	68	80	71	82	73
CaB17	17	89	73	55	73	64	78	69	86	77
Načatá Monika	17	83	83	74	86	77	77	60	84	75
Nosoro žik	17	121	74	50	74	65	83	74	77	68
Kozoro h	17	107	81	72	86	77	72	51	81	58
H	17	117	65	36	73	52	68	47	83	74
Jablko	17	114	77	64	80	65	86	71	73	56
Párek v rohlíku	18	100	86	77	77	53	80	71	81	57
Kulíšek	17	110	75	52	78	69	73	64	84	75
marvel ous_la ma	17	121	83	67	81	72	75	67	77	68
Mate	16	117	86	77	86	77	83	74	85	76
Agent Blahosl av	16	103	82	58	82	57	86	77	86	77
A...	17	96	74	34	77	56	61	30	77	46
Lucie*	17	96	80	71	75	56	76	55	84	67
Batoh	17	89	65	57	71	62	70	61	77	68
Hanz	17	100	77	68	75	67	78	69	78	69
Teenka	17	128	69	61	68	59	74	65	75	58
doll	17	110	57	48	67	58	58	49	65	56
Martin	18	128	73	64	79	70	68	59	75	66
Bróna	15	100	76	60	74	60	78	63	81	72
Ježura	16	117	78	69	83	74	83	47	83	74
K6	16	110	67	34	81	72	74	65	82	73
K7	16	121	81	72	80	71	86	77	84	75
mouka	16	121	80	71	80	63	81	57	79	64
OOO	16	107	75	67	67	50	76	52	84	67
Joey	16	114	75	66	74	57	86	77	74	65
Chandl er	16	107	80	72	77	60	81	72	78	63
Posty	15	117	86	69	83	58	77	68	82	73
DOOM GUI	16	103	75	68	66	49	16	7	69	54
ZNK	16	93	60	52	34	25	17	8	68	51

Friedrich	16	117	47	34	76	59	73	43	80	71
Titanus	16	100	83	64	16	10	74	50	84	60
Židle	16	103	70	38	72	57	79	55	82	73
Sazenice	16	121	82	73	83	66	86	77	75	68
Salazar	16	128	83	74	80	71	84	75	86	77
K23	16	131	83	74	83	66	81	72	84	75
Buddha	16	107	82	74	77	45	83	74	84	75
Kapitán	16	100	70	61	86	61	70	61	75	66
Bobánek	16	89	63	47	63	55	70	61	46	38
Twopack	16	131	73	65	84	44	81	57	75	58
XXX	16	103	84	75	56	-9	83	59	86	62
TemNinja	15	114	81	72	84	67	80	56	83	74
Tája	16	131	77	68	83	66	80	55	77	50
KIM	16	131	83	74	77	68	80	71	79	72
ARTEMIS	17	103	76	67	75	66	73	52	69	53
Samuel M.	16	93	76	67	83	74	83	74	81	72
Lily	17	117	76	67	77	68	77	53	79	62
ZŠ	17	96	67	27	71	34	80	45	69	56
Kobylisy	17	107	71	64	76	67	74	41	85	77
Daniel K.	17	110	81	72	78	57	75	57	79	31
Džejkob	17	93	83	66	77	48	78	46	81	73
Sluníčko	17	107	77	69	83	74	69	60	83	51
X	16	86	73	44	77	68	63	56	83	69
Lovec Čtyřky	17	110	81	72	86	77	86	77	82	74
Bobeš	17	121	83	74	86	77	84	75	84	75
Ekelya	17	117	81	57	80	71	83	74	84	67
Garník a	17	110	82	73	80	71	81	72	80	71
Sněhulák	18	124	65	56	74	65	74	65	62	53